



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 141599

**KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN METODE
HUFFMAN UNTUK *CRUDE PALM OIL PROCESS***

Ahmad Reza Jafarian
NRP 07111645000022

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Mochammad Rameli
Eka Iskandar, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 141599

***LADDER DIAGRAM CONSTRUCTION WITH HUFFMAN
METHOD FOR CRUDE PALM OIL PROCESS***

Ahmad Reza Jafarian
NRP 07111645000022

Supervisor
Dr. Ir. Mochammad Rameli
Eka Iskandar, ST., MT.

***ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018***

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Konstruksi Diagram Ladder dengan Metode Huffman untuk Crude Palm Oil Process**” adalah merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya *sEndiri*.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2018



Ahmad Reza Jafarian
Nrp 07111645000022

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**KONSTRUKSI DIAGRAM LADDER DENGAN METODE
HUFFMAN UNTUK CRUDE PALM OIL PROCESS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Mochammad Rameli
NIP. 195412271981031002

Eka Iskandar, ST., MT.
NIP. 19800528 2008121001



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KONSTRUKSI DIAGRAM LADDER DENGAN METODE HUFFMAN UNTUK CRUDE PALM OIL PROCESS

Nama : Ahmad Reza Jafarian
Pembimbing : 1. Dr. Ir. Mochammad Rameli
2. Eka Iskandar ST., MT.

ABSTRAK

Crude Palm Oil Process adalah proses pengolahan kelapa sawit menjadi bahan siap pakai seperti minyak goreng, yang diproses pada suatu industri. Proses pada pabrik, akan menggunakan teknologi yang bernama PLC. PLC (*Programable Logic Control*) adalah suatu komponen yang mampu melaksanakan suatu pekerjaan terprogram dengan akurat, tanpa menggunakan bantuan manusia. Cara kerja PLC sendiri yaitu dengan menerima suatu masukan dari luar dan mengolah masukan tersebut dengan keluaran yang telah terprogram. Program yang digunakan PLC ada bermacam-macam yaitu, *Function Block*, *Ladder Diagram*, dan *Statement List*. *Ladder Diagram* pada *Crude Palm Oil Process* digunakan untuk mempermudah proses pengolahan *plant* melalui sistem otomasi. Namun, tidak menutup kemungkinan *Ladder* yang digunakan memiliki jumlah baris program yang cukup panjang dan memperlambat proses kerja dari sistem. Untuk mengatasi hal itu, maka digunakan suatu metode perancangan *Ladder Diagram* yang mampu memberikan hasil rancangan yang tidak kompleks serta akurat. Salah satu metode tersebut adalah metode Huffman. Metode Huffman adalah suatu metode perancangan *Ladder Diagram* yang menggunakan K-map untuk memberikan program *Ladder Diagram* yang tidak kompleks dan akurat.

Kata kunci : *Crude Palm Oil Process*, *Huffman*, *Ladder Diagram*, PLC, *Rung*.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LADDER DIAGRAM CONSTRUCTION WITH HUFFMAN METHOD FOR CRUDE PALM OIL PROCESS

Name : Ahmad Reza Jafarain
Supervisor : 1. Dr. Ir. Mochammad Rameli
2. Eka Iskandar ST., MT.

ABSTRACT

Crude Palm Oil Process is a process of processing palm oil into ready-made materials such as cooking oil, which is processed in an industry. Process at the factory, will use a technology called PLC. PLC (Programable Logic Control) is a component capable of performing an accurately programmed work, without the use of human assistance. The way the PLC works itself is by receiving an input from the outside and processing the input with the programmed output. Programs used by PLC there are various that is, Function Block, Ladder Diagram, and Statement List. Ladder Diagram on Crude Palm Oil Process is used to facilitate the processing of plant through automation system. However, did not rule out the Ladder used has a number of program lines long enough and slow down the work of the system. To overcome this, then used a Ladder Diagram design method that is able to provide results that are not complex and accurate design. One such method is the Huffman method. Huffman method is a design method Ladder Diagram that uses K-map to provide Ladder Diagram program that is not complex and accurate.

Keywords : *Crude Palm Oil Process, Huffman, Ladder Diagram, PLC, Rung.*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhana Wata'ala karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Konstruksi Diagram Ladder dengan Metode Huffman untuk *Crude Palm Oil Process***” Penulis juga berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya karya tulis ini. Oleh karena itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan khusus kepada :

1. Kedua orang tua, serta keluarga.
2. Bapak Mochammad Rameli dan Bapak Eka Iskandar sebagai pembimbing.
3. Rekan-rekan Lintas Jalur angkatan 2016, terutama mahasiswa Teknik Sistem Pengaturan.
4. Pihak lain yang ikut membantu penulis tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu.

Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juli 2018

Ahmad Reza Jafarian
NRP 07111645000022

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAT PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika	3
1.7 Relevansi.....	4
BAB 2 TEORI DASAR	5
2.1 Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit	6
2.1.1 Proses Penimbangan.....	6
2.1.2 <i>Scraper Conveyorr</i>	6
2.1.3 <i>Transfer Carriage</i>	7
2.1.4 <i>Sterilizer Cage</i>	7
2.1.5 <i>Tipler</i>	7
2.1.6 <i>Bunch Conveyor</i>	8
2.1.7 <i>Thresher</i>	8
2.1.8 <i>Elevator</i>	8
2.1.9 <i>Fruit Distributing Conveyor</i>	8
2.1.10 <i>Digester</i>	8
2.1.11 <i>Screw Press</i>	9
2.1.12 <i>Sand Trap</i>	9
2.1.13 <i>Vibrating Screen</i>	9
2.1.14 <i>Crude Oil Tank</i>	10
2.1.15 <i>Desanding Cyclone</i>	10
2.1.16 <i>Decanter Feed Tank</i>	10
2.1.17 <i>Decanter Centrifugal</i>	10
2.1.18 <i>Vacum Drier</i>	10

2.1.19 <i>Oil Storage Tank</i>	10
2.2 <i>Programmable Logic Control – PLC</i>	11
2.2.1 <i>Central Processing Unit</i>	12
2.2.2 <i>Memory</i>	12
2.2.3 <i>Input/Output Module</i>	12
2.3 <i>PLC OMRON CQM1</i>	13
2.3.1 <i>CPU PLC CQM1</i>	12
2.3.2 <i>DIP Switch</i>	15
2.3.3 <i>Indicator</i>	17
2.4 <i>PROGRAM LADDER DIAGRAM PLC OMRON</i>	18
2.4.1 <i>Basic Ladder Logic Symbol</i>	19
2.4.2 <i>Addressing PLC OMRON</i>	20
2.5 <i>OPC KepserverEX</i>	20
2.5.1 <i>Konfigurasi KepserverEX5</i>	21
2.6 <i>Wonderware</i>	23
2.6.1 <i>Konfigurasi KepserverEX5</i>	23
2.7 <i>Huffman</i>	24
BAB 3 <i>PERANCANGAN SISTEM</i>	27
3.1 <i>Perumusan Sistem</i>	27
3.1.1 <i>Langkah Kerja Sistem</i>	47
3.2 <i>Perancangan Sistem dengan Metode Huffman</i>	63
3.2.1 <i>Bagian 1</i>	63
3.2.2 <i>Bagian 2</i>	72
3.2.3 <i>Bagian 3</i>	76
3.2.3 <i>Bagian 4</i>	81
3.2.4 <i>Bagian 5</i>	84
3.2.5 <i>Bagian 6</i>	92
BAB 4 <i>SUMULASI DAN ANALISA</i>	97
4.1 <i>Simulasi</i>	97
4.1.1 <i>Overview</i>	97
4.1.2 <i>Pelumatan</i>	97
4.1.3 <i>Serilizer Line 2</i>	98
4.1.4 <i>Pemurnian</i>	98
4.1.5 <i>Maintenance</i>	98
4.1.6 <i>Threshing</i>	98
4.2 <i>Analisa</i>	105
4.2.1 <i>Huffman Bagian 2 Sekuen 4-6</i> <i>(K-map Lingkup Kecil)</i>	105
4.2.2 <i>HMI (Human Machine Interface)</i>	

Proses CPO Sekuen 4-6	109
BAB 5 PENUTUP	113
5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN.....	117
RIWAYAT HIDUP	317

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Flow</i> Proses Pembuatan Minyak Kelapa Sawit	5
Gambar 2.2	<i>Scraper Conveyor</i>	6
Gambar 2.3	Blok diagram PLC.....	12
Gambar 2.4	Tampilan CQM1 dengan penjelasan dan manfaat.....	13
Gambar 2.5	Tampilan CPU CQM1	15
Gambar 2.6	Salah satu contoh program <i>Ladder</i> OMRON.....	18
Gambar 3.1	Prosedur metode Huffman	26
Gambar 3.2	<i>Sequence chart</i> bagian 1	63
Gambar 3.3	<i>Sequence chart</i> bagian 2	71
Gambar 3.4	<i>Sequence chart</i> bagian 3	75
Gambar 3.5	<i>Sequence chart</i> bagian 4	80
Gambar 3.6	<i>Sequence chart</i> bagian 5	84
Gambar 3.7	<i>Sequence chart</i> bagian 6	91
Gambar 4.1	<i>Overview</i> HMI.....	99
Gambar 4.2	<i>Pelumatan</i> HMI.....	100
Gambar 4.3	<i>Sterilizer Line 2</i> HMI.....	101
Gambar 4.4	<i>Pemurnian</i> HMI	102
Gambar 4.5	<i>Maintenance</i> HMI	103
Gambar 4.6	<i>Threshing</i> HMI.....	104
Gambar 4.7	Proses sekuen 4 sampai 6.....	109
Gambar 4.8	Kondisi Panel sekuen ke-4.....	110
Gambar 4.9	Kondisi <i>Overview</i> sekuen ke-4.....	110
Gambar 4.10	Kondisi Panel sekuen ke-5	111
Gambar 4.11	Kondisi <i>Overview</i> sekuen ke-5	111
Gambar 4.12	Kondisi Panel sekuen ke-6.....	112
Gambar 4.13	Kondisi <i>Overview</i> sekuen ke-6.....	112

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis unit CPU Bagian 1	13
Tabel 2.2 Jenis-jenis unit CPU Bagian 2	14
Tabel 2.3 fungsi tiap <i>Dip Switch</i>	15
Tabel 2.4 Indikator <i>Unit</i> CPU	17
Tabel 2.5 Simbol <i>Ladder</i> PLC	19
Tabel 2.6 Tabel pengalamatan	20
Tabel 2.7 Tabel konfigurasi KepserversEX5.....	21
Tabel 2.8 Tabel konfigurasi Wonderware.....	23
Tabel 2.9 Tabel Proses Huffman.....	24
Tabel 3.1 <i>Input</i> Sistem.....	26
Tabel 3.2 <i>Output</i> Sistem	40
Tabel 3.3 Sekuen Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit.....	47
Tabel 3.4 Sekuen Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Ketika Tombol <i>Maintenance</i> di Tekan.....	60
Tabel 3.5 <i>Primitive Flow Table</i> Bagian 1	63
Tabel 3.6 Penugasan <i>State</i> Bagian 1.....	64
Tabel 3.7 Tabel Kebenaran.....	65
Tabel 3.8 Tabel Penurunan dan <i>Ladder Diagram</i> Bagian 1	65
Tabel 3.9 <i>Primitive Flow Table</i> Bagian 2.....	71
Tabel 3.10 Penugasan <i>State</i> Bagian 2.....	71
Tabel 3.11 Tabel Penurunan dan <i>Ladder Diagram</i> Bagian 2.....	72
Tabel 3.12 <i>Primitive Flow Table</i> Bagian 3	76
Tabel 3.13 Penugasan <i>State</i> Bagian 3.....	76
Tabel 3.14 Tabel Penurunan dan <i>Ladder Diagram</i> Bagian 3.....	77
Tabel 3.15 <i>Primitive Flow Table</i> Bagian 3	80
Tabel 3.16 Penugasan <i>State</i> Bagian 3.....	80
Tabel 3.17 Tabel Penurunan dan <i>Ladder Diagram</i> Bagian 4	81
Tabel 3.18 <i>Primitive Flow Table</i> Bagian 5.....	84
Tabel 3.19 Penugasan <i>State</i> Bagian 5.....	85
Tabel 3.20 Tabel Penurunan dan <i>Ladder Diagram</i> Bagian 5.....	85
Tabel 3.21 <i>Primitive Flow Table</i> Bagian 6.....	91
Tabel 3.22 Penugasan <i>State</i> Bagian 6.....	91
Tabel 3.23 Tabel Penurunan dan <i>Ladder Diagram</i> Bagian 6	92

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Programable Logic Control (PLC) adalah suatu teknologi yang mampu melaksanakan suatu pekerjaan terprogram dengan akurat, tanpa menggunakan bantuan manusia. Cara kerja PLC sendiri yaitu dengan menerima suatu masukan dari luar dan mengolah masukan tersebut dengan keluaran yang telah terprogram. Program yang digunakan PLC ada bermacam-macam yaitu, *Function Block*, *Ladder Diagram*, dan *Statement List*. *Function Block* merupakan bahasa pemrograman PLC yang menggambarkan bentuk aliran daya atau aliran sinyal dalam baris dengan menggunakan blok-blok diagram fungsi logika (gerbang logika). *Ladder Diagram* adalah bahasa pemrograman PLC yang menggambarkan program dalam bentuk grafis. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. *Statement List (SL)* adalah bahasa pemrograman PLC tingkat tinggi. Semua hubungan logika dan kontrol *sequence* dapat diprogram dengan menggunakan perintah atau instruksi dalam bahasa pemrograman ini. PLC biasa digunakan pada industri-industri yaitu industri makanan, industri elektronik, industri perminyakan, industri batu bara dan masih banyak yang lainnya. *Ladder Diagram* yang merupakan salah satu bahasa pemrograman utama di PLC digunakan pada industri-industri diatas, tentu akan membutuhkan banyak simbol-simbol. Sebagai contoh, yaitu pada proses pengolahan minyak kelapa sawit. Proses ini membutuhkan simbol yang banyak apabila menggunakan *Ladder Diagram*.

Proses-proses yang akan diprogram meliputi penimbangan buah kelapa sawit, pembersihan dan pengulitan kelapa sawit, proses pemasakan minyak kelapa sawit. Penimbangan buah kelapa sawit. Pada proses ini kelapa sawit ditimbang, guna untuk memperkirakan berat kelapa sawit yang akan diolah. Yaitu dengan cara, truk pengangkut kelapa sawit dihitung beratnya saat mengangkut kelapa sawit dan dihitung lagi berat truk ketika kelapa sawit telah diletakan. Berat akhir dengan berat awal dikurangi untuk mendapatkan berat kelapa sawit. Selanjutnya adalah proses pembersihan dan pengulitan. Proses pembersihan yaitu mematikan enzim yang ada pada kelapa sawit. Setelah dibersihkan, tandan akan dilepas dari kulit kelapa sawit dan diteruskan ke proses pengulitan kelapa sawit. Setelah mengalami proses pembersihan dan pengulitan,

selanjutnya adalah proses pemasakan. Kelapa sawit dimasak pada temperatur yang telah ditentukan untuk menjadi minyak yang diinginkan.

Proses-proses diatas akan menggunakan PLC sebagai alat yang digunakan untuk mempersingkat proses kerja industri. *Ladder diagram* yang akan digunakan akan meliputi banyak baris dan simbol-simbol yang digunakan untuk mempermudah proses kerja pengolahan kelapa sawit. Huffman adalah suatu metode yang mampu digunakan untuk merancang suatu kerja otomasi ke-bentuk *Ladder diagram* yang lebih sederhana.

1.2 Permasalahan

Fokus permasalahan pada penelitian ini, adalah bagaimana membuat konstruksi *ladder diagram* dengan metode Huffman pada *Crude Palm Oil Process*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini meliputi:

1. Tugas akhir ini hanya menguji mengenai metode Huffman dan tidak membandingkan dengan metode-metode konstruksi Ladder lainnya.
2. Komponen aktuator berupa simulasi.
3. Komponen sensor yang digunakan berupa simulasi.
4. *Software* PLC yang digunakan CX Programmer.
5. PLC yang digunakan adalah PLC OMRON.
6. HMI yang digunakan adalah aplikasi Wonderware.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat permodelan otomasi *Crude Palm Oil Process* dengan metode *Huffman*. Kemudian mensimulasikan hasil dari permodelan tersebut pada pembuatan konstruksi *Ladder Diagram*. Diharapkan hasil konstruksi *Ladder Diagram* bisa mengoperasikan simulasi *Crude Palm Oil Process* sesuai dengan sekuen *Crude Palm Oil Process* yang telah dirancang.

1.5 Metodologi

Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode Huffman. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya metode Huffman terpecah menjadi 4 bagian yaitu membuat *Primitive flow tabel*, menggabungkan garis, mengisi K-map, menurunkan fungsi *output*,

menambahkan sinyal *start*. Proses perancangan metode Huffman diatas memerlukan tahap-tahap utama sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Identifikasi *Input Output Plant*
3. Kontruksi *Diagram Ladder* dengan Metode *Huffman*
4. Uji Coba Simulasi
5. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Proses pengambilan data untuk melakukan projek ini adalah dengan menggunakan literatur-literatur untuk mengetahui proses pembuatan minyak kelapa sawit yang *valid*. Setelah mEndapatkan data yang *valid*, maka proses selanjutnya akan masuk ke bagian konstruksi *ladder diagram* menggunakan metode Huffman. Setelah berhasil dirancang, maka *ladder diagram* akan di simulasikan maupun dijalankan menggunakan PLC untuk dilihat proses kerjanya dan dibandingkan dengan *ladder diagram* yang ada pada literatur-literatur yang lain. Tidak berhenti sampai disitu, proses kerja juga akan dilengkapi dengan HMI sebagai penunjang pemahaman untuk proses kerja sistem.

1.6 Sistematika

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam lima bab yang masing-masing membahas permasalahan yang berhubungan dengan Tugas Akhir yang telah dibuat dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I PEndahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tinjauan pustaka yang membantu penelitian, di antaranya adalah teori pemodelan *Huffman*, teori sistem *plant Crude Palm Oil Process*, teori instrumentasi sistem tentang sensor dan aktuator yang digunakan serta teori otomasi sitem tentang pemrograman *ladder diagram* pada PLC .

Bab III Perancangan Sistem

Bab ini membahas perancangan sistem yang meliputi perancangan langkah sistem *plant Crude Palm Oil Process*, pemodelan sistem otomasi *Crude Palm Oild Process* dengan metode *Huffman*, perancangan *ladder diagram* sehingga membantu pembaca dalam memahami tahapan dari setiap proses dalam sistem yang dirancang.

Bab IV Simulasi, Pengujian dan Analisa Sistem

Bab ini memuat hasil konstruksi *ladder diagram* dari penerapan pemodelan yang telah dibuat dan analisisnya.

Bab V Penutup

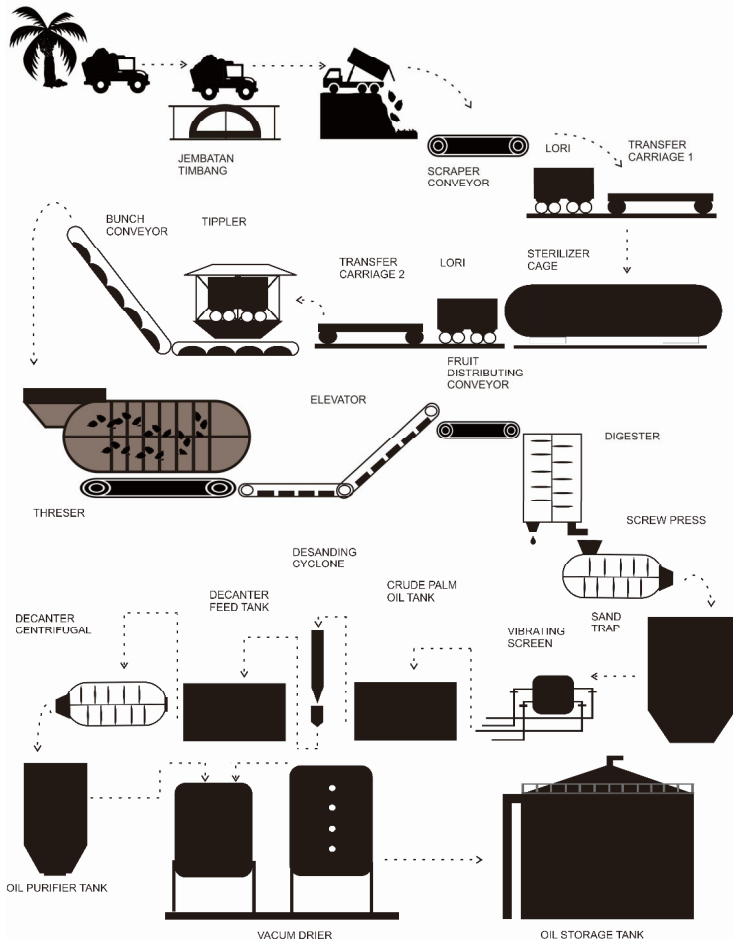
Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

1.7 Relevansi atau Manfaat

Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan penelitian tentang pembuatan konstruksi *ladder diagram* dengan bantuan pemodelan metode *Huffman* serta diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk implementasi ataupun pengembangan di masa yang akan datang.

BAB 2 TEORI DASAR

Pemahaman teori dasar terhadap setiap bagian dari sistem *Crude palm oil process* sangat diperlukan agar membantu proses pekerjaan selama mengerjakan tugas akhir ini. Pada bab ini dijelaskan beberapa penunjang untuk memahami sistem pada *Crude palm oil process*.



Gambar 2.1 *Flow Proses* Pembuatan Minyak Kelapa Sawit

2.1 Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

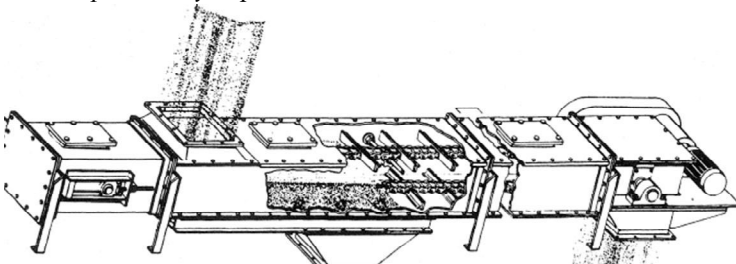
Pada bagian ini akan dijelaskan proses untuk membuat minyak kelapa sawit dari buah sampai menjadi minyak kelapa sawit. Hal itu akan dijelaskan pada poin-poin dibawah ini.

2.1.1 Proses Penimbangan [2]

Prinsip kerja dari jembatan timbang yaitu kendaraan pengangkut buah sawit melewati jembatan timbang lalu berhenti ± 5 menit, kemudian berat kendaraan pengangkut buah sawit dicatat awal sebelum tandan buah sawit dibongkar dan di sortir, kemudian setelah dibongkar dari kendaraan pengangkut kembali ditimbang, lalu selisih berat awal dan akhir adalah berat total kelapa sawit yang diterima pabrik.

2.1.2 *Scraper Conveyor* [7]

Scraper Conveyor adalah suatu komponen pengangkut yang digunakan untuk membawah buah kelapa sawit menuju lori. *Scraper conveyor* memiliki perbedaan dengan *conveyor* pada umumnya. *Scraper Conveyor* memiliki pilah-pilah besi yang dipasang vertical pada bagian atas *conveyor*. Pilah-pilah besi tersebut berguna untuk mengelompokkan setiap benda yang dibawa oleh *Scraper Conveyor*. Berikut adalah tampilan *scraper conveyor* pada Gambar 3.2.



Gambar 2.2 *Scraper Conveyor* [7]

Scraper Conveyor akan aktif apabila sensor *Limit Switch* pada *Gate Loading Ramp* aktif. Sensor *Limit Switch* adalah suatu komponen yang mampu aktif apa bila terkena gaya dari suatu benda yang bergerak menuju sensor dan mengenai sensor tersebut.

2.1.3 *Transfer Carriage*

Transfer Carriage adalah suatu komponen yang mampu mengangkut lori untuk dipindahkan ke *Line* atau jalur yang diinginkan. Opsi perpindahan jalur yang telah dirancang pada *Transfer Carriage* adalah jalur *Maintenance* dan jalur *Sterilizer Cage*. Apabila saat operator melihat lori yang akan diangkut oleh *Transfer Carriage* dalam keadaan rusak atau buah yang diangkut tidak bagus maka, operator akan menekan tombol *Switch* yang berguna untuk memindahkan lori tersebut ke-*line Maintenance* dengan menggunakan *Transfer Carriage*. Jika *Lori* dan buah yang diangkut dalam keadaan baik-baik saja maka, *switch default* tidak perlu diubah dan *lori* akan dilanjutkan ke-proses *Sterilizer Cage*. *Transfer Carriage 1* mampu aktif apabila *Limit Switch Low Hydraulic Piston Line 1* aktif. Kemudian *Transfer Carriage 2* mampu aktif apabila *Lori Detector 5* aktif kembali.

2.1.4 *Sterilizer Cage* [3]

Pada bagian ini komponen *sterilizer cage* berguna untuk memanaskan buah sawit di temperatur 145 °C dengan waktu sekitar 90 – 120 menit. Hal ini berguna untuk melunakan buah kelapa sawit, dan mempermudah untuk melepas kulit kelapa sawit pada proses selanjutnya. Pada bagian ini digunakan komponen sesnor pendukung seperti *Pressure transmitter* sebagai komponen pendeteksi tekanan uap panas, *steam Inlet* sebagai komponen yang memberikan uap panas, *exhaust valve* sebagai komponen yang membuang uap panas, *kondensat valve* sebagai komponen yang membuang cairan hasil *sterilizer*. Pada bagian *Sterilizer* terdapat berbagai macam komponen penting yaitu, *Steam Inlet*, *Kondensat Valve*, *Exhaust Valve*. Ketiga komponen yang telah disebutkan mampu aktif akibat sensor tertentu. *Steam Inlet*, mampu aktif akibat *Limit Switch 2*, *Pressure Transmitter 2*, *Pressure Transmitter 4*. Kemudian *Kondensat Valve* mampu aktif akibat *Limit Switch 2*, *Pressure Transmitter 1*, *Pressure Transmitter 3*. *Exhaust Valve* akan aktif akibat dari sensor *Pressure Transmitter 1*, *Pressure Transmitter 3*, *Pressure Transmitter 6*.

2.1.5 *Tipler*

Tipler adalah suatu komponen yang berfungsi untuk menuangkan buah yang telah direbus didalam lori ke-proses selanjutnya. Dalam prosesnya, untuk memindahkan lori ke-*Tipler* memerlukan komponen *Transfer Carriage 2*. *Transfer Carriage 2* memiliki cara kerja yang sama seperti *Transfer Carriage 1*, komponen ini mampu berpindah ke dua opsi

yaitu ke-*Line* proses selanjutnya dan ke-*Line Maintenance*. *Tippler* akan aktif apabila sensor *Detector 7* aktif.

2.1.6 Bunch Conveyor [1]

Bunch Conveyor atau biasa disebut dengan *Horizontal Bunch Conveyor*. Komponen ini bertugas untuk membawa buah hasil rebusan yang telah dituang dari *tippler*. *Bunch conveyor* memiliki spesifikasi yaitu, tingkat kekuatan pengereman *Bunch Conveyor* sebesar 66720 Newton, Bilah baja ringan *Bunch Conveyor* sebesar 5 mm dari konstruksi yang dilas, *Bunch Conveyor* didukung dengan saluran baja ringan sebesar 100mm. *Bunch Conveyor* akan aktif apabila sensor beban TBS *Bunch Conveyor* aktif.

2.1.7 Thresher [8]

Thresher adalah suatu komponen yang digunakan untuk memisahkan buah kelapa sawit dari tandan sawit dengan menggunakan getaran. Setelah buah terpisah dari tandan sawit dengan menggunakan getaran proses selanjutnya adalah melanjutkan buah yang jatuh dari hasil *Thresher* ke-*Elevator*. *Thresher* akan aktif akibat sensor beban *Thresher*.

2.1.8 Elevator

Elevator berguna untuk mengangkat buah yang telah terlepas dari tandan menuju *Distributing Conveyor*. Pada *Conveyor* jenis *Elevator* ini, terdapat pilah-pilah besi pada bagian *line conveyor* berbentuk cembung kebawah. Sehingga dengan desain itu, buah mampu diangkut menuju keatas. *Elevator* akan aktif apabila *Sensor Beban TBS Fruit Elevator* aktif.

2.1.9 Fruit Distributing Conveyor

Fruit Distributing Conveyor berguna untuk membawa buah-buah sawit menuju proses *Digester*. Pada bagian *conveyor* ini terdapat komponen spiral yang ukurannya sebesar diameter lengkungan pada *conveyor*. Kemudian panjang dari spiral pada *conveyor* sepanjang *conveyor* itu sendiri. Spiral mampu mendorong buah-buah sawit untuk berjalan ke proses selanjutnya. *Fruit Distributing conveyor* akan aktif apabila *Sensor Beban TBS Fruit Distributing Conveyor* aktif.

2.1.10 Digester

Digester adalah suatu komponen instrumen yang mampu melumat daging buah. Proses pelumatan tersebut menggunakan dua komponen

penting yaitu, *Blade* dan *Heater*. *Blade* adalah komponen yang mampu menghancurkan buah. *Heater* adalah komponen yang mampu melembutkan buah dengan cara dipanaskan. *Blade* akan berputar dikecepatan tertentu untuk mencabik-cabik buah sampai hancur. Bubur buah yang telah hancur akan jatuh kebawah dan untuk buah yang belum hancur akan diproses kembali. Komponen *Heater* dan *Blade* akan aktif apabila sensor *Proximity Digester*.

2.1.11 Screw Press

Screw Press adalah komponen yang mampu menekan bubur buah sawit untuk mengeluarkan minyak dari bubur buah sawit. Bubur sawit akan terbuang dari bagian belakang *Screw Press* kemudian minyak akan keluar dari bagian samping *Screw Press*. Pada bagian dalam *Screw Press* terdapat spiral yang berfungsi untuk menekan bubur sawit. Akibat tekanan tersebut sawit mengeluarkan minyak dari sisi samping *Screw Press*. *Screw Press* akan aktif akibat sensor *Proximity Screw Press* aktif. Sensor *proximity* adalah komponen yang mampu mendeteksi objek berdasarkan medan magnet pada suatu benda. Medan magnet tersebut akan dideteksi pada komponen sensor *proximity* dan mengakibatkan sensor tersebut aktif.

2.1.12 Sand Trap

Sand Trap adalah suatu komponen yang digunakan untuk mengendapkan pasir pada bagian dasar *Tank Sand Trap*. Pada bagian dalam *Tank Sand Trap* terdapat komponen *Heater* yang berguna untuk menghilangkan sediment pada minyak sawit. Komponen *Sand Trap* akan aktif apabila sensor *Low Level Sandtrap* aktif. Pada bagian bawah *Tank Sand Trap* terdapat katup yang berguna untuk membuang pasir yang telah mengendap. Pada bagian *Sand Trap* terdapat saluran yang digunakan untuk mengalirkan minyak ke proses selanjutnya.

2.1.13 Vibrating Screen

Vibrating Screen adalah komponen yang mampu menyaring hasil *non oil* (bukan minyak) agar tidak diteruskan ke proses selanjutnya. Hasil *non oil* terdiri dari sampah, dan serat *fiber*. Pada bagian dalam *Vibrating Screen* terdapat penyaring, motor. Motor pada *Vibrating Screen* berguna untuk membuat instrumen *Vibrating Screen* bergetar. Getaran pada *Vibrating Screen* berguna untuk mempermudah minyak melewati

penyaringan secara *smooth* atau lancar. Motor pada *Vibraing Screen* akan aktif akibat dari sensor *Medium Level Sand Trap* aktif.

2.1.14 Crude Oil Tank

Crude Oil Tank adalah suatu komponen yang berfungsi untuk menampung minyak yang telah di proses di *Vibrating Screen*. Pada bagian dalam *Crude Oil Tank* terdapat pemanas *Steam* yang digunakan untuk membuat minyak tetap dalam keadaan yang kental. Pemanas *Steam* pada *Crude Oil Tank* akan aktif apabila *Low Level Crude Oil Tank* aktif.

2.1.15 Desanding Cyclone

Desanding Cyclone adalah suatu komponen yang berfungsi untuk memisah pasir dengan minyak dengan cara diaduk dengan kecepatan tinggi. Bagian minyak akan berputar dan naik ke atas, dan bagian pasir akan berkumpul dan mengalir ke bagian bawah *desanding cyclone*. Pada bagian dalam *Desanding Cylone* juga terdapat komponen yang berfungsi untuk mengalirkan minyak yang ada pada *Crude Oil Tank*. *Desanding Cyclone* akan aktif apabila sensor *High Level Crude Oil Tank* aktif.

2.1.16 Decanter Feed Tank

Decanter Feed Tank adalah komponen yang berfungsi untuk menampung minyak sawit yang telah melalui proses *Desanding Cyclone*. Minyak sawit yang telah ditampung pada *Decanter Feed Tank*, akan diteruskan pada proses *Decanter Centrifugal*. Pada bagian *Decanter Feed Tank* terdapat pompa atau *pump*, yang akan aktif apabila sensor *Level Collection Tank* aktif.

2.1.17 Decanter Centrifugal

Decanter Centrifugal adalah komponen yang mampu memisahkan kandungan yang terdapat pada minyak kelapa sawit menjadi 3 bagian yaitu kandungan air, kandungan minyak dan kandungan bEnda padat. Pada bagian dalam *Decanter Centrifugal* terdapat spiral yang berguna untuk memisahkan kandungan cairan dengan kandungan bEnda padat. Kandungan minyak dan kandungan air akan terpisah secara alamiah dan memasuki saluran-saluran masing pada *Decanter Centrifugal*. *Decanter Centrifugal* akan aktif apabila sensor *Level Collection Tank* aktif.

2.1.18 *Vacum Drier*

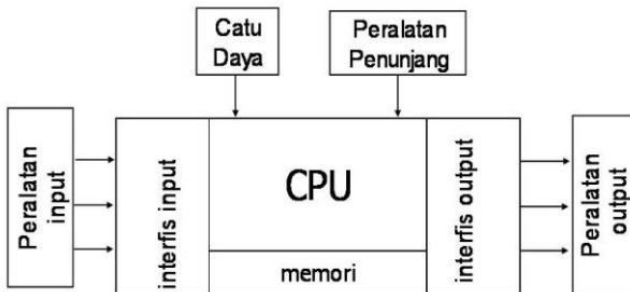
Vacum Drier adalah komponen yang mampu mengurangi tingkat kelembaban yang terdapat pada minyak kelapa sawit. Komponen *Vacum Drier* mampu mengurangi tingkat kelembaban suatu kandungan dengan cara di alirkan *steam* uap. Kemudian kandugan air yang terdapat pada minyak secara otomatis terbuang pada katup bagian atas akibat gravitasi. *Vacum Drier* akan aktif akibat sensor *Level Collection Tank* aktif.

2.1.19 *Oil Storage Tank*

Oil Storage Tank adalah suatu komponen yang digunakan untuk menyimpan minyak kelapa sawit siap didistribusikan kepada konsumen. Komponen ini akan menyimpan minyak kelapa sawit sampai ada konsumen yang tertarik ingin membeli minyak kelapa sawit.

2.2 *Programmable Logic Control – PLC* [5]

Programmable Logic Control (PLC) adalah suatu teknologi yang mampu melaksanakan suatu pekerjaan terprogram dengan akurat, tanpa menggunakan bantuan manusia. Cara kerja PLC *sEndiri* yaitu dengan menerima suatu masukan dari luar dan mengolah masukan tersebut dengan keluaran yang telah terprogram. Program yang digunakan PLC ada bermacam-macam yaitu, *Function Block*, *Ladder Diagram*, dan *Statement List*. *Function Block* merupakan bahasa pemrograman PLC yang menggambarkan bentuk aliran daya atau aliran sinyal dalam baris dengan menggunakan blok-blok diagram fungsi logika (gerbang logika). *Ladder Diagram* adalah bahasa pemrograman PLC yang menggambarkan program dalam bentuk grafis. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. *Statemen List* (SL) adalah bahasa pemrograman PLC tingkat tinggi. PLC memiliki bagian- bagian yang terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU) yang berisi program inti dari PLC, memori yang berupa RAM maupun ROM, dan modul *Input-Output* (I/O) yang terhubung langsung dengan peralatan fisik input (*switch*, sensor) dan output (aktuator) seperti yang digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Blok diagram PLC [5]

2.2.2 Central Processing Unit

CPU adalah sebuah mikroprosesor yang mengatur kerja dari sistem PLC. CPU ini menjalankan program, memproses sinyal I/O, dan dapat memperbarui status *input-output* dalam suatu *scan time* tertentu. *Scan time* merupakan waktu yang diperlukan untuk proses pembacaan status *input*, memproses dan mengubah *output* secara sekuensial dan kontinyu.

2.2.3 Memory

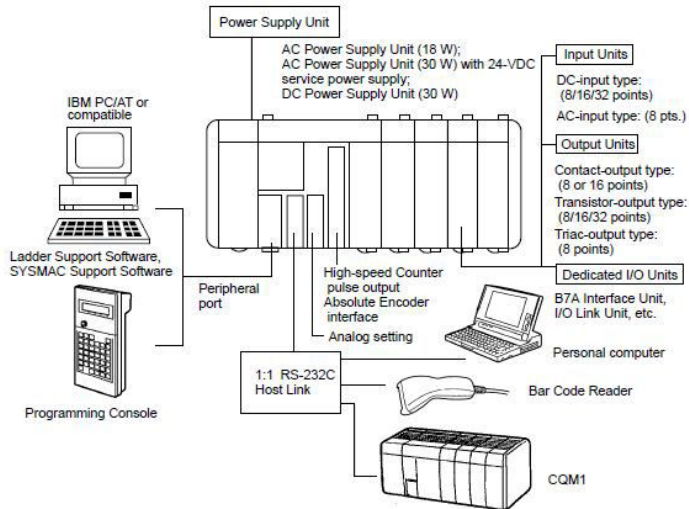
Memory pada PLC terbagi menjadi beberapa bagian operating system yaitu memory dan user memory. Operating system memory berupa ROM yang berfungsi untuk menterjemahkan program menjadi bahasa yang dimengerti oleh pemroses atau processor. User memory didalamnya terdapat status I/O, user program, *Timer*/counter, dan data-data yang dimiliki oleh user. User memory bisa berupa RAM yang telah dilengkapi dengan baterai agar program-program yang terdapat di dalam PLC tidak hilang ketika PLC dimatikan.

2.2.4 Input/Output Module

Input/Output Module adalah bagian dari PLC yang berhubungan langsung dengan dunia luar. Untuk Input adalah suatu bagian luar dari PLC yang berfungsi untuk menerima data dari dunia luar. Kemudian Output adalah suatu bagian Luar dari PLC yang berfungsi untuk memberikan data dari PLC ke-dunia luar. Jumlah *input/output* merupakan suatu hal yang penting untuk ditentukan, karena akan mempengaruhi kebutuhan *Plant* telah ada.

2.3 OMRON PLC CQM1 [5]

PLC yang digunakan pada bagian implementasi adalah PLC OMRON CQM1. Berikut adalah tampilan CQM1 disertai dengan penjelasan dan manfaat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Tampilan CQM1 dengan penjelasan dan manfaat [5]

2.3.1 CPU PLC CQM1 [5]

CQM1 adalah PC *COMPACT* dan berkecepatan tinggi yang terdiri dari Unit CPU, *Power Supply Unit*, dan I / O Unit yang menjadi satu yang telah terpasang 256 jumlah I / O poin pada PLC. Komponen-komponen ini telah terkunci bersama di bagian samping PLC. PLC ini masih memungkinkan untuk dipasang tambahan-tambahan. Ada enam jenis Unit CPU PLC ini. Hal itu dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Jenis-jenis unit CPU Bagian 1 [5]

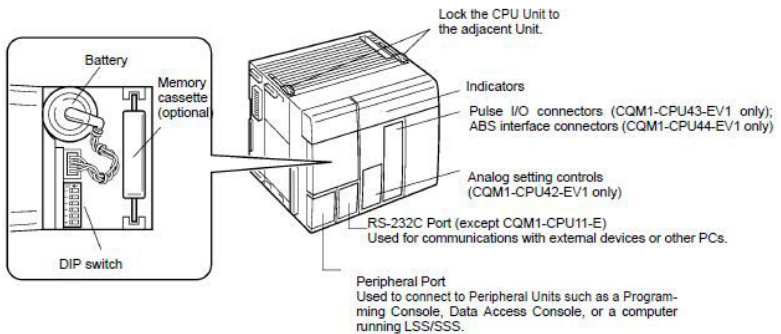
Model	Max i/o poin	Program capacity (words)	Dm capacity (words)	Rs-232 c port
CQM1-CPU11-E		3.2 k	1 k	---

Model	Max i/o poin	Program capacity (words)	Dm capacity (words)	Rs-232 c port
CQM1-CPU21-E	128 (pts 7 <i>unit</i> <i>max</i>)			Yes
CQM1-CPU41-EV1	256 pts (11 <i>units</i> <i>max</i>)	7.2 k	6 k	
CQM1-CPU42-EV1				
CQM1-CPU43-EV1				
CQM1-CPU44-EV1				

Tabel 2.2 Jenis-jenis unit CPU Bagian 2 [5]

Model	Rs-232 c port	Analog Setting	Pulse I/O	ABS Interface
CQM1-CPU11-E	---	---	---	---
CQM1-CPU21-E	---	---	---	---
CQM1-CPU41-EV1	---	---	---	---
CQM1-CPU42-EV1	Yes	---	---	---
CQM1-CPU43-EV1	---	Yes	---	---
CQM1-CPU44-EV1	---	---	Yes	---

Pada bagian CPU terdapat beberapa komponen PLC yaitu *Battery*, *Memory*, *Dip Switch*, *indicator*, *Pulse I/O connector*, *ABS Interface connector*, *Analog Setting controls*, *RS-232C PORT*, *Pheriperal Port*. Berikut adalah tampilan CPU dari PLC CQM1 pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Tampilan CPU CQM1 [5]

2.3.2 *DIP Switch* [5]

Dip Switch adalah komponen yang terletak pada bagian PLC untuk kegunaan tertentu. Berikut adalah Tabel fungsi dari tiap *Dip switch*.

Tabel 2.3 fungsi tiap *Dip Switch* [5]

<i>Pin</i>	<i>Setting</i>	<i>Function</i>
1	ON	Memori Program dan data DM <i>read-only</i> (DM 6144 ke DM 6655) tidak dapat ditimpa dari Perangkat Periferal.
	OFF	Memori Program dan data DM <i>read-only</i> (DM 6144 ke DM 6655) dapat ditimpa dari Perangkat Periferal.
2	ON	<i>Boot</i> otomatis diaktifkan. Isi Kaset Memori akan ditransfer ke <i>Unit</i> CPU secara otomatis saat <i>start-up</i> .
	OFF	<i>Boot</i> otomatis di non-aktif.
3	ON	Programming <i>Console messages</i> akan ditampilkan dalam bahasa Inggris.
	OFF	Pesan Konsol Pemrograman akan ditampilkan dalam bahasa disimpan dalam sistem ROM.

<i>Pin</i>	<i>Setting</i>	<i>Function</i>
		(Pesan akan ditampilkan di Bahasa Jepang dengan versi Jepang dari ROM sistem.)
4	ON	Instruksi perluasan ditetapkan oleh pengguna. Biasanya AKTIF saat menggunakan komputer host untuk pemrograman / pemantauan.
	OFF	Instruksi perluasan diatur ke <i>default</i> .
5	ON	<p>Parameter komunikasi standar (lihat catatan 2) akan ditetapkan untuk port komunikasi serial berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Port RS-232C Built-in • Port periferal (hanya bila Kabel CQM1-CIF01 / -CIF02 terhubung. <p>Tidak berlaku untuk Konsol Pemrograman.)</p> <p><i>Note :</i></p> <p>1. Parameter komunikasi standar adalah sebagai berikut: Mode komunikasi serial: Host Link atau perangkat bis; mulai bit: 1; panjang data: 7 bit; paritas: bahkan; berhenti bit: 2; baud rate: 9,600 bps.</p> <p>2. CX-Programmer berjalan pada komputer pribadi dapat dihubungkan ke port periferal melalui perangkat bus menggunakan parameter komunikasi standar di atas</p>
	OFF	<p>Parameter komunikasi untuk serial berikut port komunikasi akan diatur dalam PC Setup sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Port RS-232C Built-in: DM 6645 dan DM 6646 • Port periferal: DM 6650 dan DM 6651 <p><i>Note :</i></p> <p>Ketika CX-Programmer terhubung ke perangkat <i>port</i> dengan bus perifer, atur bit 00 hingga 03 dari DM 6650 hingga 0 Hex (untuk parameter</p>

Pin	Setting	Function
		standar), atau atur bit 12 hingga 15 DM 6650 hingga 0 Hex dan bit 00 hingga 03 dari DM 6650 hingga 1 Hex (untuk <i>Host Link</i> atau bus perifer) secara terpisah.
6	ON	Pengaturan pin 6 menentukan status ON / OFF dari AR 0712. Jika pin 6 ON, AR 0712 akan AKTIF dan jika pin 6 OFF AR 0712 akan
	OFF	

2.3.3 Indicator [5]

Unit CPU menyediakan informasi visual tentang operasi umum dari PC. Meskipun tidak menggantikan pemrograman *error* yang tepat menggunakan *flags* dan indikator kesalahan lainnya yang disediakan di area data memori konfirmasi siap operasi yang tepat. Indikator *Unit* CPU ditampilkan di bawah ini dan dijelaskan dalam Tabel 2.4 berikut:

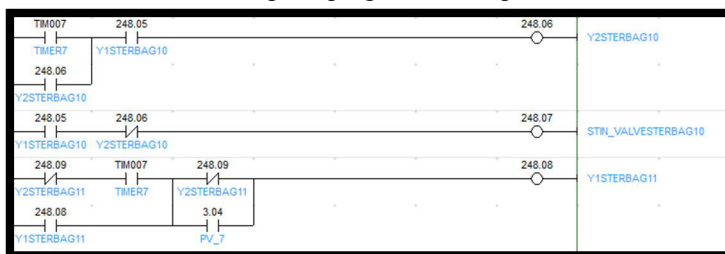
Tabel 2.4 Indikator *Unit* CPU [5]

Indicator	Name	Function
RUN	<i>RUN indicator</i>	Lampu saat <i>Unit</i> CPU beroperasi biasanya.
ERR/ALM	<i>Error/Alarm indicator</i>	Berkedip saat ada <i>non-fatal error</i> . Maka <i>Unit</i> CPU akan terus beroperasi. Menyala saat ada kesalahan fatal. Ketika lampu indikator menyala, maka lampu <i>RUN</i> indikator akan mati, Operasi CPU akan berhenti, dan semua <i>Output</i> akan mati.

<i>Indicator</i>	<i>Name</i>	<i>Function</i>
COM1	<i>Peripheral port indicator</i>	Berkedip kemudian <i>Unit CPU</i> Berkomunikasi dengan perangkat lain melalui <i>port</i> perifer.
COM2	<i>RS-232C port indicator</i>	Berkedip ketika <i>Unit CPU</i> berkomunikasi dengan perangkat lain melalui <i>port</i> RS-232C. (CQM1-CPU21-E saja)
OUT INH	<i>Output inhibited indicator</i>	Lampu saat <i>Output OFF</i> Bit, SR 25215, DIAKTIFKAN. Semua <i>output</i> PC akan dimatikan.
0, 1, 2 . . .	<i>Input status indicators</i>	Tunjukkan status <i>input</i> ON dan OFF bit dalam IR 000

2.4 PROGRAM LADDER DIAGRAM PLC OMRON

Pada bagian dalam PLC terdapat perintah-perintah berupa program yang hanya dimengerti oleh komponen PLC. Komponen program tersebut berfungsi untuk memberikan tegangan pada *pin output*. Tegangan *output* akan di hubungkan pada aktuaktor yang bisa melakukan aksi akibat *input* tegangan. Program *Ladder Diagram* adalah salah satu bahasa pemrograman PLC yang berbentuk seperti susunan *wiring* kontaktor. Berikut adalah contoh tampilan program *ladder* pada Gambar 2.6.

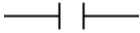
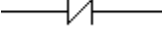
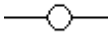



Gambar 2.6 Salah satu contoh program *Ladder* OMRON

2.4.1 Basic Ladder Logic Symbol

Pada *Ladder Diagram* terdapat beberapa simbol logika yang memiliki arti untuk mengatur masukan dan keluaran dari *pin* PLC. Simbol dasar yang perlu diketahui adalah pada Tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.5 Simbol *Ladder* PLC

No	Simbol Logika <i>Ladder</i>	Fungsi
1		Apabila koil aktif maka koil akan melewati sinyal (ON)
2		Apabila koil aktif maka koil tidak akan melewati sinyal (OFF)
3		Apabila jalur <i>rung</i> dari kiri ke-kanan berhasil terhubung langsung dengan koil <i>output</i> , Maka koil <i>ouput</i> tersebut telah mEndapatkan energi dan mengaktifkan <i>output</i> pada <i>address</i> tersebut
4		Apabila jalur <i>rung</i> dari kiri ke-kanan berhasil terhubung langsung dengan koil <i>output</i> , Maka koil <i>output</i> tersebut menjadi tidak mEndapatkan energi dan mematikan energi pada <i>output</i> di <i>address</i> tersebut

2.4.2 Addressing PLC OMRON

Untuk menghubungkan koil pada program dengan *output* maupun *input* membutuhkan proses aturan pengalamatan yang telah ditentukan oleh PLC. Untuk PLC jenis omron proses pengalamatan dapat dilihat pada Tabel 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.6 Tabel pengalamatan

No	Fungsi	Alamat
1	<i>Input bits</i>	000.00 – 015.15
2	<i>Output bits</i>	100.00 – 115.15
3	<i>Special bits</i>	244.00 – 255.07
4	<i>Timer/Counter</i>	TIM/CNT 000 - 511

Inputs bits adalah alamat yang bisa digunakan sebagai masukan pada PLC. Posisi alamat yang ada pada Tabel 2.6 akan ditempatkan pada bagian simbol logika *Ladder*. Panjang alamat yang bisa digunakan untuk *input bits* yaitu antara 000.00 – 015.15 alamat. *Output bits* adalah alamat yang digunakan sebagai keluaran pada *pin* PLC. Alamat untuk *Output bits* yang bisa digunakan pada PLC OMRON, memiliki lebar antara 100.00 - 115.15 alamat. Pada PLC diperlukan *memory* yang berguna untuk merancang program *Ladder* tanpa mengganggu *output* dan *input* yang ada. *Memory* pada PLC OMRON dinamakan *Special bits*. *Special bits* memiliki panjang alamat mulai dari 244.00 – 255.07 alamat. *Timer/Counter* adalah komponen yang mampu melakukan proses perhitungan dan melakukan proses hitung mundur waktu. Apabila kedua komponen tersebut telah mencapai jumlah waktu atau jumlah nilai yang telah ditentukan, maka komponen fungsi tersebut akan aktif. *Timer/Counter* memiliki panjang alamat dari 000 – 511.

2.5 OPC KepserverEX [4]

Factory automation memiliki begitu banyak ragam jenis protokol yang dikembangkan oleh masing-masing *vEndor* otomasi. Hal itu juga berlaku dengan PLC yang digunakan. Jika PLC yang digunakan berbeda-beda maka protokol komunikasi yang digunakan pada PLC tersebut berbeda-beda. Protokol ini disebut dengan *I/O driver*, yaitu program dari PLC atau peralatan tertentu yang perlu digunakan saat ingin membaca/menulis (*read/write*) data *input* dan *output* dari PLC.

Tujuan dari adanya OPC adalah untuk memungkinkan suatu program aplikasi untuk mengakses sumber data dengan protokol yang

sama dan konsisten. Pada OPC server terdapat beberapa macam OPC *interface* utama.

2.5.1 Konfigurasi KepserverEX5

Konfigurasi KepserverEX5 dilakukan dengan beberapa tahap khusus, agar KepserverEX5 bisa berkomunikasi dengan perangkat lunak HMI *Wonderware* dan dengan perangkat keras PLC OMRON. Konfigurasi KepserverEX5 konfigurasi akan di jelaskan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Tabel konfigurasi KepserverEX5[4]

No	Proses Konfigurasi KepserverEX
1	Pastikan PC telah terinstal oleh aplikasi CX-One, Woderware InTouch, KEPServerEX5.
2	Membuat program <i>ladder</i> pada CX-PROGRAMMER.
3	Klik kanan icon KEPServerEX5 pada <i>taskbar windows</i> pilih <i>Setting</i> .
4	Pada tab <i>Runtime Process</i> pilih <i>Interactive</i> pada <i>Process Mode</i> , untuk menjalankan <i>service</i> dengan kategori prioritas tinggi, jika sudah klik OK.
5	Buka KEPServerEX5 <i>Configuration</i>
6	Pada <i>toolbar</i> klik <i>File-Project Properties</i> , pada <i>tab FastDDE/SuiteLink</i> centang <i>Enable FastDDE/SuiteLink connection to the server</i> . SuiteLink merupakan protokol komunikasi dari Wonderware InTouch. Jika sudah klik Ok
7	Pada <i>toolbar</i> pilih <i>File-New</i> kemudian klik pada tulisan <i>Click to add a channel</i> yang terdapat pada bagian kiri panel untuk membuat <i>channel</i> baru. <i>Channel</i> ini akan memuat sejumlah <i>device</i> yang sejenis.
8	Pada <i>window</i> yang muncul isikan nama <i>channel</i> yang dikehEndaki kemudian klik <i>next</i> untuk memilih <i>Device Driver</i> yang akan digunakan.

No	Proses Konfigurasi KepserverEX
9	<i>Device Driver</i> disesuaikan dengan perangkat yang digunakan. Pada percobaan ini pilih Omron <i>Host Link</i> lalu klik <i>next</i> untuk mengatur <i>port</i> yang digunakan.
10	Pada <i>Connection type</i> pilih COM <i>Port</i> karena komunikasi PC dengan PLC menggunakan COM <i>Port</i> . Isikan nomor <i>port</i> yang digunakan pada COM ID (lihat di <i>device manager</i> untuk melihat PLC OMRON terhubung ke <i>port</i> berapa). Pastikan <i>port</i> tidak diakses oleh <i>software</i> lainnya. Biarkan isian lainnya <i>default</i> kemudian klik <i>next</i> terus hingga muncul tombol <i>finish</i> .
11	Setelah pengaturan <i>channel</i> selesai, klik tulisan <i>Click to add a device</i> pada bagian kiri panel untuk membuat <i>device</i> baru. Tiap channel dapat memuat 32 <i>device</i> . Pada <i>window</i> yang muncul isikan nama <i>device</i> yang diinginkan kemudian klik <i>next</i> .
12	Pilih jenis PLC yang digunakan, kali ini pilih PLC CQM 1. Untuk <i>Device ID</i> isikan 0 kemudian klik <i>next</i> . Pada <i>Scan Mode</i> pilih <i>Respect client specified scan rate</i> kemudian klik <i>next</i> . Pada <i>autodemotion</i> biarkan <i>default</i> atau centang untuk men- <i>demote device</i> jika terjadi kegagalan dalam komunikasi kemudian klik <i>next</i> . Pada <i>Intercharacter Delay</i> biarkan <i>default</i> klik <i>next</i> kemudian klik <i>finish</i> . Untuk <i>timing</i> parameter biarkan <i>default</i> kemudian klik <i>next</i> .
13	Langkah selanjutnya memberikan <i>tag</i> pada objek. <i>Tag</i> ini berisi alamat dari I/O PLC yang akan diakses oleh Wonderware InTouch. Pertama klik tulisan <i>Click to add static tag</i> pada bagian kanan panel.
14	Pada bagian ini isilah <i>tag</i> dengan kode IR. Pada bagian belakang kode IR, isi dengan

No	Proses Konfigurasi KepserverEX
	<i>address</i> pada program <i>ladder</i> PLC OMRON. Contoh: IR0.01.
15	Selanjutnya akan dibuat nama yang mewakili PLC yang digunakan. Pada <i>toolbar</i> klik <i>Edit-Alias Map...</i> kemudian klik <i>New Alias</i> . Pada <i>Endela</i> yang muncul beri nama alias sesuai keinginan dan pada <i>Map to</i> pilih <i>Channel1.Device1</i>

2.6 Wonderware [4]

Wonderware adalah suatu komponen yang bisa digunakan untuk merancang dan berperan sebagai HMI (*Human Machine Interface*). Dengan adanya *software* ini, semua kegiatan yang ada dilapangan bisa diawasi untuk keperluan keamanan. Aplikasi Wonderware mampu menampilkan data-data dari setiap sensor yang diletakan pada perangkat keras PLC. Nilai tersebut akan diterima oleh komponen PLC. Setelah komponen PLC berhasil menerima data, maka selanjutnya PLC akan mengirimkan data tersebut kepada komponen komputer. Komputer akan mendeteksi aktifitas dari setiap *port* pada komputer. Wonderware akan di-*setting* untuk mendeteksi *port* yang telah terhubung dengan PLC OMRON. Sehingga perangkat lunak Wonderware bisa mendeteksi data sensor yang terhubung dengan PLC.

2.6.1 Konfigurasi Wonderware

Untuk menggunakan aplikasi Wonderware diperlukan suatu tahap-tahap konfigurasi. Konfigurasi tersebut berguna untuk menghubungkan perangkat lunak Wonderware dengan perangkat lunak KepserverEX. Konfigurasi Wonderware akan dijelaskan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tabel konfigurasi Wonderware[4]

No	Proses Konfigurasi Wonderware
1	Buka Wonderware Intouch.
2	Kemudian klik <i>New Window</i> .
3	Pada <i>Toolbar</i> klik <i>Special-Access Name</i> klik <i>add</i> untuk membuat <i>access name</i> baru. Pada <i>window</i> yang muncul isikan informasi berikut: <ul style="list-style-type: none"> <i>Access</i>: Isikan nama yang dikehEndaki.

No	Proses Konfigurasi Wonderware
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Application Name</i>: <i>server_runtime</i> (nama ini tidak boleh diubah karena merujuk pada aplikasi KEPServerEX5, jika menggunakan OPC Server namanya harus ikut disesuaikan). • <i>Topic Name</i>: Isikan sesuai dengan yang telah dibuat sebelumnya pada <i>Alias Map</i> pada KEPServerEX5. • <i>Which Protocol to use</i>: pilih <i>SuiteLink</i>, kemudian klik OK
4	<p>Selanjutnya akan dibuat <i>tag</i> pada wonderware. <i>Tag</i> ini akan terhubung dengan <i>tag</i> yang telah dibuat di KEPServerEX5. Pada <i>toolbar</i> klik <i>Special - Tagname Dictionary</i>. Pada <i>jEndela</i> yang muncul klik <i>New</i> untuk membuat <i>tag</i> baru. Isikan informasi berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tagname</i>: isikan nama tag yang dikehEndaki, • <i>Type</i>: <i>I/O discrete</i> (<i>I/O</i> karena dihubungkan dengan <i>I/O</i> dari luar, <i>discrete</i> menunjukan tipe <i>tag</i>) • <i>Access Name</i>: pilih sesuai dengan <i>Access name</i> yang telah dibuat sebelumnya • <i>Item</i>: pilih sesuai nama <i>tag</i> pada KEPServerEX5 <p>Jika sudah klik <i>Save</i>. Untuk membuat tagname baru klik <i>New</i> dan ulangi langkah di atas. Lakukan ini untuk membuat satu <i>tag name</i> lagi karena ada dua <i>tag</i> yang dibuat pada KEPServerEX5 sebelumnya.</p>

2.7 Huffman [9]

Huffman adalah suatu metode yang digunakan untuk melakukan proses konstruksi sistem sekuen, dengan hasil desain yang meminimalkan penggunaan koil atau *relay* pada program PLC. Terdapat beberapa prosedur untuk merancang metode Huffman. Prosedur tersebut akan dijelaskan pada Tabel 2.9 yang telah dibagi menjadi 6 bagian.

Tabel 2.9 Tabel Proses Huffman

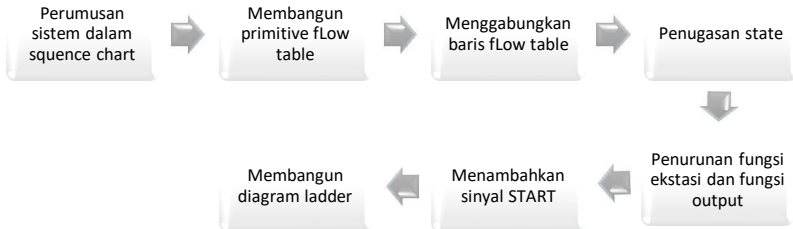
No	Tahap-tahap	Keterangan
1	Membuat <i>Primitive Flow Table</i>	Bagian untuk membuat suatu <i>Table</i> yang berisi proses dari sistem tersebut. Proses dituliskan dalam bentuk angka. Angka-angka yang ditulis mewakili

		urutan perjalanan proses sekuen dari <i>plan</i> .
2	Menggabungkan baris <i>Flow Table</i>	Menggabungkan baris adalah proses untuk menggabungkan proses atau <i>state</i> yang stabil setiap dua baris pada <i>Table Primitive Flow</i> . <i>State</i> yang stabil adalah keadaan dimana <i>output</i> atau <i>input</i> telah menghasilkan kondisi satu atau nol. Keadaan <i>State</i> yang tidak stabil adalah keadaan <i>output</i> dalam kondisi berpindah dari kondisi satu ke nol atau sebaliknya.
3	Penugasan <i>State</i>	Proses ini adalah proses untuk merancang susunan tabel <i>y1</i> dan <i>y2</i> yang bergantung dari banyaknya <i>input</i> yang ada.
4	Penurunan eksitasi dan fungsi <i>Output</i>	Pada bagian ini data yang telah dibuat dimasukan ke-seuat tabel K-MAP untuk selanjutnya akan disederhanakan.
5	Menambahkan sinyal START	Pada bagian ini sinyal <i>start</i> atau koil <i>start</i> akan diletakan pada bagian depan K-MAP <i>s1 (set y1)</i> .
6	Menggambar <i>Ladder</i>	Dari hasil perumusan K-MAP, persamaan tersebut akan dituliskan dalam bentuk <i>Ladder</i> . Persamaan yang bertuliskan perkalian akan ditulis pada <i>Ladder</i> dapat ditulis sebagai <i>A series B</i> . Persamaan yang bertuliskan penjumlahan akan ditulis sebagai <i>A paralel B</i>

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Untuk membangun sistem dengan menggunakan metode Huffman, dilakukan tahapan seperti pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Prosedur metode *Huffman*

3.1 Perumusan Sistem

Untuk memudahkan pemahaman tentang langkah kerja dari proses pembuatan *Crude Palm Oil* pertama-tama perlu untuk mengetahui semua komponen utama yang terdapat dalam sistem ini, yaitu sensor dan aktuator yang digunakan. Oleh karena itu dimuat gambar dan penjelasan dari komponen sensor (*input*) maupun aktuator (*output*) untuk mempermudah pemahaman. Tabel 3.1 berikut adalah penjelasan mengenai beberapa komponen *input Crude Palm Oil Process*.

Tabel 3.1 *Input* Sistem

No	Nama	Tag	Fungsi
1	Tombol <i>Start</i>	PB_START	Untuk memulai <i>crude palm oil process</i>
2	Lori <i>Detector</i> 1	PX_LD1	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada Line 1
3	TBS <i>Detector</i> 2	TBS_DET2	Mememberikan tanda terdapat

No	Nama	Tag	Fungsi
			TBS pada Loading Ramp
4	<i>Limit Switch High HGLR</i>	LSH_HGLR	Memberikan sinyal bahwa HGLR telah membuka maksimal
5	Sensor Beban Scrapper Conveyor	L_BSC	Memberikan sinyal bahwa terdapat TBS pada Scrapper Conveyor
6	<i>TBS Detector 1</i>	TBS_DET1	Memberikan tanda jika lori sudah terisi penuh sesuai kapasitasnya
7	<i>Limit Switch Low HGLR</i>	LSL_HGLR	Memberikan sinyal bahwa HGLR telah tertutup rapat
8	<i>Lori Detector 2</i>	PX_LD2	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Transfer Carriage 1</i>
9	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 1</i>	LSL_HPL1	Memberikan sinyal bahwa Hydraulic Piston Line 1 sudah bergerak minimum
10	<i>Pin Locking 2 untuk TC1</i>	PX_PL21	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 1</i> sudah

No	Nama	Tag	Fungsi
			terhubung dengan Line 2 (<i>Pin Locking</i>)
11	Lori <i>Detector</i> 3	PX_LD3	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada Line 2
12	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage</i> 1	LSL_HPTC1	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage</i> 1 sudah bergerak minimum
13	<i>Pin Locking</i> 1	PX_PL1	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage</i> 1 sudah terhubung dengan Line 1 (<i>Pin Locking</i>)
14	<i>Limit Switch</i> 1	LS_1	Memberikan tanda bahwa Pintu Depan <i>Sterilizer</i> sudah terbuka
15	<i>Proximity End-Position Connecting Rail Bridge</i> 1	PX_EPC1	Memberikan tanda posisi akhir dari jalur <i>Connecting Rail Bridge</i> 1
16	Lori <i>Detector</i> 4	PX_LD4	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Sterilizer Cage</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
17	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 2</i>	LSL_HPL2	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik Line 2 sudah bergerak minimum
18	<i>Proximity Start-Position Connecting Rail Bridge 1</i>	PX_SPC1	Memberikan sinyal posisi awal pada <i>Connecting Rail Bridge 1</i>
19	<i>Limit Switch 2</i>	LS_2	Memberikan tanda bahwa Pintu Depan <i>Sterilizer</i> sudah tertutup
20	<i>Timer 1 Contact</i>	TIM1	<i>Contact Timer</i> untuk mengaktifkan <i>steam Inlet valve</i> dan kondensat <i>valve</i> setelah mencapai waktu 3 menit
21	<i>Pressure Transmitter 1_1</i>	PT1_1	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 2.0 bar)
22	<i>Timer 2 Contact</i>	TIM2	<i>Contact Timer</i> untuk mengaktifkan <i>exhaust valvet valve</i> dan kondensat

No	Nama	Tag	Fungsi
			<i>valve</i> , dan mematikan <i>steam Inlet valve</i> setelah mencapai waktu 10 menit
23	<i>Pressure Transmitter</i> 1_2	PT1_2	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 0.2 bar)
24	<i>Timer 3 Contact</i>	TIM3	<i>Contact Timer</i> untuk mengaktifkan <i>exhaust valvet valve</i> dan kondensat <i>valve</i> , dan mematikan <i>steam Inlet valve</i> setelah mencapai waktu 10 menit
25	<i>Pressure Transmitter</i> 1_3	PT1_3	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 2.5 bar)
26	<i>Timer 4 Contact</i>	TIM4	<i>Contact Timer</i> untuk mengaktifkan <i>Timer 5</i> ,

No	Nama	Tag	Fungsi
			setelah mencapai waktu 10 menit
27	<i>Pressure Transmitter</i> 1_4	PT1_4	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 0.3 bar)
28	<i>Timer 5 Contact</i>	TIM5	<i>Contact Timer</i> untuk mengaktifkan katup kondensat dan <i>Timer 6</i> setelah waktu mencapai waktu 10 menit
29	<i>Pressure Transmitter</i> 1_5	PT1_5	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 3.0 bar)
30	<i>Timer 6 Contact</i>	TIM6	<i>Contact Timer</i> untuk mematikan katup kondensat dan mengaktifkan <i>Timer 7</i> setelah mencapai waktu 10 menit

No	Nama	Tag	Fungsi
31	<i>Timer 7 Contact</i>	TIM7	<i>Coil Timer</i> untuk mematikan katup <i>steam Inlet</i> setelah mencapai waktu 10 menit
32	<i>Pressure Transmitter 1_6</i>	PT1_6	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 1.5 bar)
33	<i>Pressure Transmitter 1_7</i>	PT1_7	Membaca tekanan di dalam <i>Sterilizer Cages</i> (tekanan mencapai 0 bar)
34	<i>Limit Switch 3</i>	LS_3	Memberikan tanda bahwa <i>Sterilizer Cage Backdoor</i> sudah terbuka
35	<i>Proximity End-Position Connecting Rail Bridge 2</i>	PX_EPC2	Memberikan sinyal posisi akhir pada <i>Connecting Rail Bridge 2</i>
36	<i>Lori Detector 5</i>	PX_LD5	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Transfer Carriage 2</i>
37	<i>Proximity Start-Position</i>	PX_SPC2	Memberikan sinyal posisi

No	Nama	Tag	Fungsi
	<i>Connecting Rail Bridge 2</i>		awal pada <i>Connecting Rail Bridge 2</i>
38	<i>Limit Switch 4</i>	LS_4	Memberikan tanda bahwa <i>Sterilizer Cage Backdoor</i> sudah tertutup
39	<i>Pin Locking 3</i>	PX_PL3	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 2</i> sudah terhubung dengan Line 3 (<i>Pin Locking</i>)
40	<i>Lori Detector 6</i>	PX_LD6	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada Line 3
41	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage 2</i>	LSL_HPTC2	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i> sudah bergerak minimum
42	<i>Pin Locking 2 untuk TC2</i>	PX_PL22	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 2</i> sudah terhubung dengan Line 2 (<i>Pin Locking</i>)
43	<i>Lori Detector 7</i>	PX_LD7	Memberikan sinyal bahwa

No	Nama	Tag	Fungsi
			terdapat lori pada Trippler
44	<i>Limit Switch High Tippler</i>	LS_5	Memberikan tanda bahwa Trippler sudah berputar 360 derajat
45	<i>Timer 9 Contact</i>	TIM9	Berguna untuk mengaktifkan tippler, untuk menuangkan buah sawit.
46	<i>Limit Switch Low Tippler</i>	LS_6	Memberikan tanda bahwa Trippler sudah berada pada posisi awal
47	<i>Proximity End-Position Line 3</i>	PX_EPL3	Memberikan sinyal posisi akhir pada Line 3 atau lori telah berada di Tippler
48	<i>Sensor Beban Bunch Conveyor</i>	L_BC	Membawa tandan buah segar menuju <i>Thresher</i>
49	<i>Fruit Detector 1</i>	FD1	Memberikan sinyal bahawa terdapat tandan buah segar di dalam <i>Thresher</i>
50	<i>Sensor Beban Under Thresher Conveyor</i>	L_UTC	Memberikan sinyal bahawa terdapat tandan buah segar

No	Nama	Tag	Fungsi
			yang telah rontok di atas <i>Under Thresher Conveyor</i>
51	Sensor Beban <i>Fruit Elevator</i>	L_FE	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar yang telah rontok di dalam <i>Elevator</i>
52	Sensor Beban <i>Fruit Distributing Conveyor</i>	L_FDC	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar yang telah rontok di atas <i>Fruit Distributing Conveyor</i>
53	<i>Fruit Detector</i> 2	FD2	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar di dalam <i>Digester</i>
54	<i>Fruit Detector</i> 3	FD3	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar di dalam <i>Screw Press</i>
55	<i>High Level Digester Tank</i>	LSH_DIG	Memberikan tanda bahwa <i>Digester Tank</i> telah terisi penuh

No	Nama	Tag	Fungsi
56	<i>Low Level Sand Trap Tank</i>	LL_STT	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Sand Trap</i> minimum
57	<i>Timer 10 Contact</i>	TIM10	Berguna untuk mengaktifkan katup pembuang pasir.
58	<i>Timer 11 Contact</i>	TIM11	Berguna untuk menonaktifkan katup pembuang pasir.
59	<i>High Level Sand Trap Tank</i>	HL_STT	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Sand Trap</i> maksimum
60	<i>Low Level Crude Oil Tank Tank</i>	LL_COT	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Crude Oil Tank</i> minimum
61	<i>High Level Crude Oil Tank</i>	HL_COT	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Crude Oil Tank</i> maksimum
62	<i>Sensor Level Collection Tank</i>	LCT	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Level Collection</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
			<i>Tank</i> maksimum
63	<i>Sensor Level Decanteer</i>	SLD	Memberikan sinyal bahwa minyak telah berada pada <i>decanteer</i> .
64	<i>Sensor Level Vacum Drier</i>	SLVD	Memberikan sinyal bahwa minyak telah berada pada <i>Vacum Drier</i>
65	<i>Sensor High Level Vacum Drier</i>	SHLVD	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Vacum Drier</i> telah maksimum
66	<i>Sensor Level Oil Storage Tank</i>	LOST	Memberikan sinyal bahwa minyak pada <i>Oil Storage Tank</i> telah maksimum
67	<i>Mode Line Maintenance</i> untuk TC1	SW1_MLM	Memberikan tanda kepada <i>Transfer Carriage 1</i> untuk menuju <i>Line Maintenance 1</i>
68	<i>Pin Locking Line Maintenance 1</i>	PX_PLM1	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 1</i> sudah terhubung dengan <i>Line</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
			<i>Maintenance (Pin Locking) 1</i>
69	Lori <i>Detector</i> 8	PX_LD8	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada Line <i>Maintenance 1</i>
70	<i>Proximity End-Position Line Maintenance 1</i>	PX_EPLM1	Memberikan sinyal posisi akhir pada Line <i>Maintenance 1</i>
71	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance 1</i>	LSL_HPLM1	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik Line <i>Maintenance 1</i> sudah bergerak minimum
72	Mode Line <i>Maintenance</i> untuk TC2	SW2_MLM	Memberikan tanda kepada <i>Transfer Carriage 2</i> untuk menuju Line <i>Maintenance 2</i>
73	<i>Pin Locking Line Maintenance 2</i>	PX_PLM2	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 2</i> sudah terhubung dengan Line <i>Maintenance (Pin Locking) 2</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
74	Lori <i>Detector</i> 9	PX_LD9	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada Line <i>Maintenance</i> 2
75	<i>Proximity End-Position Line Maintenance</i> 2	PX_EPLM2	Memberikan sinyal posisi akhir pada Line <i>Maintenance</i> 2
76	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance</i> 2	LSL_HPLM2	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik Line <i>Maintenance</i> 2 sudah bergerak minimum
77	Mode <i>Line</i> 2 untuk TC1	SW1_ML2	Memberikan tanda kepada <i>Transfer Carriage</i> 1 untuk menuju Line 2
78	Mode <i>Line</i> 3 untuk TC2	SW2_ML3	Memberikan tanda kepada <i>Transfer Carriage</i> 2 untuk menuju Line 3
79	Tombol Stop	PB_STOP	Untuk menghentikan proses dari Pengolahan minyak kelapa sawit.

Kemudian untuk bagian-bagian dari *output Crude Palm Oil Process* dijelaskan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Output Sistem*

No	Nama	Tag	Fungsi
1	Piston Hidrolik <i>Lori Feeder</i>	HP_LF	Menarik lori masuk ke Line 1
2	Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i>	HGLR	Mengeluarkan TBS yang berada di Loading Ramp atau Apron
3	<i>Scraper Conveyor</i>	SCP_CONV	Berfungsi sebagai feeder, membawa TBS dan menumpahkannya pada lori-lori di Line.
4	Piston Hidrolik <i>Line 1</i>	HP_L1	Membawa lori-lori menuju <i>Transfer Carriage 1</i>
5	Motor <i>Transfer Carriage 1</i>	M_TC1	Memindahkan <i>Transfer Carriage 1</i>
6	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i>	HP_TC1	Menggerakkan <i>Transfer Carriage 1</i> menuju Line 2 atau Line <i>Maintenance</i>
7	Pintu Depan <i>Sterilizer</i>	SC_FD	Menutup bagian depan <i>Sterilizer</i> Cage agar tekanan dan suhu didalam cage dapat terjaga
8	<i>Connecting Rail Bridge 1</i>	CRB1	Menghubungkan Line di luar <i>Sterilizer</i> Cage

No	Nama	Tag	Fungsi
			dengan Line di dalam <i>Sterilizer Cage</i>
9	Piston Hidrolik Line 2	HP_L2	Mendorong lori-lori pada Line <i>Sterilizer</i> (Line 2)
10	Katup <i>Inlet</i> Uap Panas	STIN_VALVE	Memasukkan uap ke dalam <i>Sterilizer Cage</i> (aerasi)
11	Katup Kondensat	CONV	Membuang steam saat proses sterilisasi untuk keperluan pengaturan besar tekanan uap (steam) saat proses
12	Katup Exhaust Uap Panas	EX_VALVE	Mempercepat pengosongan tekanan uap (steam) di dalam <i>Sterilizer Cage</i>
13	<i>Timer 1 Coil</i>	TIM1	<i>Coil Timer</i> untuk mengaktifkan <i>steam Inlet valve</i> dan kondensat <i>valve</i> setelah mencapai waktu 3 menit
14	<i>Timer 2 Coil</i>	TIM2	<i>Coil Timer</i> untuk mengaktifkan <i>exhaust valve</i> dan kondensat <i>valve</i> , dan mematikan <i>steam Inlet valve</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
			setelah mencapai waktu 10 menit
15	<i>Timer 3 Coil</i>	TIM3	<i>Coil Timer</i> untuk mengaktifkan <i>exhaust valvet valve</i> dan kondensat <i>valve</i> , dan mematikan <i>steam Inlet valve</i> setelah mencapai waktu 10 menit
16	<i>Timer 4 Coil</i>	TIM4	<i>Coil Timer</i> untuk mengaktifkan <i>Timer 5</i> , setelah mencapai waktu 10 menit
17	<i>Timer 5 Coil</i>	TIM5	<i>Coil Timer</i> untuk mengaktifkan katup kondensat dan <i>Timer 6</i> setelah waktu mencapai waktu 10 menit
18	<i>Timer 6 Coil</i>	TIM6	<i>Coil Timer</i> untuk mematikan katup kondensat dan mengaktifkan <i>Timer 7</i> setelah mencapai waktu 10 menit
19	<i>Timer 7 Coil</i>	TIM7	<i>Coil Timer</i> untuk mematikan katup <i>steam Inlet</i> setelah mecapai waktu 10 menit
20	Pintu Belakang <i>Sterilizer</i>	SC_BD	Menutup bagian belakang <i>Sterilizer Cage</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
			agar tekanan dan suhu didalam cage dapat terjaga
21	<i>Connecting Rail Bridge 2</i>	CRB2	Menutup <i>Sterilizer Cage</i> agar tekanan dan suhu didalam cage dapat terjaga
22	Motor <i>Transfer Carriage 2</i>	M_TC2	Memindahkan <i>Transfer Carriage 2</i>
23	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i>	HP_TC2	Menggerakkan Taransfer Carriage 1 menuju Line 3 atau Line <i>Maintenance</i>
24	Piston Hidrolik Line 3	HP_L3	Membawa lori-lori bergerak memasuki tippler
25	Motor <i>Tippler</i>	M_TPPLR	Berfungsi untuk menumpahkan TBS ke Bunch Hoppera atau Bunch Conveyor
26	<i>Timer 9 Coil</i>	TIM9	Berfungsi untuk memutar <i>tippler</i> 90 derajat kebawah
27	<i>Bunch Conveyor</i>	BNC_CONV	Berfungsi untuk membawa TBS ke Thresher Drum
28	Motor <i>Thresher</i>	M_THR	Menebah TBS agar terpisah antara buah sawit dengan panjangnya

No	Nama	Tag	Fungsi
29	<i>Under Thresher Conveyor</i>	UTHR_CONV	Menampung buah sawit hasil Thresher dan membawa buah sawit ke Elevator
30	<i>Fruit Elevator</i>	FRELV	Membawa buah sawit ke <i>Fruit Distributing Conveyor</i>
31	<i>Fruit Distributing Conveyor</i>	FDC	Berfungsi untuk membawa buah sawit menuju Digester
32	Motor <i>Blade</i> dan <i>String Digester</i>	M_BSD	Melumat buah sawit agar proses pemerasan buah sawit dapat optimal menghasilkan minyak
33	Katup Uap Panas Digester <i>Tank</i>	STV_DIG	Berfungsi untuk mengalirkan uap panas ke Digester <i>Tank</i>
34	Motor <i>Screw Press</i>	M_SP	Memeras buah sawit dan memisahkan antara minyak, nut dan fiber.
35	<i>Heater Sand Trap Tank</i>	ST	Memanaskan suhu minyak pada <i>Sand Trap Tank</i> hingga 90°C
36	<i>Timer 10 Coil</i>	TIM10	<i>Timer Coil</i> yang berfungsi untuk mengaktifkan

No	Nama	Tag	Fungsi
			katup pembuang pasir
37	Katup Pembuangan Pasir	KPP	Membuang <i>Endapan</i> pasir pada <i>Sand Trap Tank</i>
38	<i>Timer 11 Coil</i>	TIM11	<i>Timer Coil</i> yang berfungsi untuk menonaktifkan katup pembuang pasir.
39	<i>Motor Oil Vibrating Screen</i>	M_VS	Berfungsi untuk memisahkan sludge & pengotor padat
40	<i>Steam Coil Crude Oil Tank</i>	SCCOT	Memanaskan suhu minyak pada <i>Crude Oil Tank</i> hingga 95°C
41	<i>Desanding Pump</i>	DP	Berfungsi untuk membawa crude oil menuju Desanding Cyclone
42	<i>Desanding Cyclone</i>	DC	Berfungsi untuk twice purification
43	<i>Decanter Feed Pump</i>	DEC_FP	Berfungsi untuk membawa oil ke Decanter Feed <i>Tank</i>
44	Motor Decanter	M_DEC	Berfungsi untuk Centrifugal Separation
45	<i>Reclaimed Oil Pump</i>	REC_OP	Berfungsi untuk membawa light phase oil ke Oil Purifier <i>Tank</i>

No	Nama	Tag	Fungsi
46	<i>Vacuum Drier</i>	VD	Berfungsi untuk menghilangkan moisture
47	<i>Oil Transfer Pump</i>	OTP	Berfungsi untuk membawa light phase oil menuju <i>Oil Storage Tank</i>
48	Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 1</i>	HP_LM1	Membawa lori-lori di sepanjang <i>Line Maintenance</i>
49	Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 2</i>	HP_LM2	Membawa lori-lori di sepanjang <i>Line Maintenance</i>
50	<i>Gear Motor Balik TC 1</i>	GTL1_1	<i>Gear</i> untuk mengembalikan pergerakan motor TC 1 menuju <i>Line 1</i>
51	<i>Gear Motor Balik TC 1</i>	GTL2_2	<i>Gear</i> untuk mengembalikan pergerakan motor TC 2 menuju <i>Line 2</i>

3.1.1 Langkah Kerja Sistem

Setelah semua komponen-komponen dalam *Crude Palm Oil Process* dijelaskan, selanjutnya adalah memahami langkah-langkah atau proses dari pembuatan minyak kelapa sawit, mulai dari buah kelapa sawit dibawa oleh lori, sampai menjadi minyak kelapa sawit. Setiap aksi pada masing-masing tahapan atau langkah proses dijelaskan dalam bentuk tabel sekuen. Tabel tersebut terdiri dari tiga kolom yaitu *state* atau urutan kerja, kemudian kolom kedua kondisi *input*, kemudian kolom ke 3 kondisi *output*. Seperti pada **Tabel 3.3** Sekuen Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit.

Tabel 3.3 Sekuen Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
1	Tombol <i>Start</i> or,	Piston Hidrolik Lori <i>Feeder</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Lori <i>Detector</i> 1 non aktif • Relay Lori <i>Detector</i> 3 non aktif • Sensor <i>Level Oil Storage Tank</i>
	<i>Pin Locking Line Maintenance</i> 1 aktif or,		
	<i>Pin Locking</i> 3 Aktif or,		
	<i>Pin Locking Line Maintenance</i> 2 aktif		
2	<ul style="list-style-type: none"> • Lori <i>Detector</i> 1 aktif • TBS <i>Detector</i> 2 aktif 	<ul style="list-style-type: none"> • Piston Hidrolik Lori <i>Feeder</i> nonaktif • Pintu Hidrolik Loading Ramp aktif 	<i>Limit Switch Low HGLR</i> aktif
3	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch High HGLR</i> aktif • Sensor Beban Scrapper aktif 	<ul style="list-style-type: none"> • Scrapper Conveyor aktif • Pintu Hidrolik Loading Ramp nonaktif 	Lori <i>Detector</i> 1 aktif
4	TBS <i>Detector</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Scrapper Conveyor nonaktif • Pintu Hidrolik Loading Ramp aktif 	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
5	<i>Limit Switch Low</i> HGLR aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Pintu Hidrolik Loading Ramp nonaktif • Piston Hidrolik Line 1 aktif 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lori Detector</i> 1 aktif • <i>Pin Locking</i> 1 aktif
6	<i>Lori Detector</i> 2 aktif	Piston Hidrolik Line 1 nonaktif	-
7	<i>Limit Switch Low</i> Piston Hidrolik Line 1 aktif	Motor <i>Transfer Carriage</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch Low Piston Transfer Carriage</i> 1 aktif • <i>Lori Detector</i> 2 • Mode Line 2 untuk TC1
8	<i>Pin Locking</i> 2 untuk TC1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Motor <i>Transfer Carriage</i> 1 nonaktif • Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage</i> 1 aktif 	<i>Lori Detector</i> 2 aktif
9	<i>Lori Detector</i> 3 aktif	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage</i> 1 nonaktif	<i>Lori Detector</i> 2 aktif

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
10	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage</i> 1 aktif	<i>Motor Transfer Carriage</i> 1 aktif (kembali menuju Line 1)	Lori <i>Detector</i> 3 aktif
11	<i>Pin Locking</i> 1 aktif	<i>Motor Transfer Carriage</i> 1 nonaktif (berhenti)	-
12	Lori <i>Detector</i> 3 aktif	Pintu Depan <i>Sterilizer</i> aktif (membuka)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Proximity Start-Position Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif • <i>Limit Switch</i> 2 aktif
13	<i>Limit Switch</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif (bergerak masuk) • Pintu Depan <i>Sterilizer</i> nonaktif 	Lori <i>Detector</i> 3 aktif
14	<i>Proximity End-Position Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Connecting Rail Bridge</i> 1 nonaktif (berhenti) • Piston Hidrolik 	Lori <i>Detector</i> 3 aktif

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
		Line 2 aktif	
15	Lori <i>Detector</i> 4 aktif	Piston Hidrolik Line 2 nonaktif	Lori <i>Detector</i> 3 aktif
16	<i>Limit Switch Low</i> Piston Hidrolik Line 2 aktif	<i>Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif (bergerak keluar)	<ul style="list-style-type: none"> • Lori <i>Detector</i> 3 aktif • <i>Limit Switch</i> 1 aktif
17	<i>Proximity Start-Position Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Connecting Rail Bridge</i> 1 nonaktif (berhenti) • Pintu depan <i>Sterilizer</i> aktif (menutup) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lori <i>Detector</i> 3 aktif • <i>Limit Switch</i> 1 aktif
18	<i>Limit Switch</i> 2 aktif	Sterilizer Cage Front Door nonaktif	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch</i> 4 aktif • Lori <i>Detector</i> 4
19	<i>Limit Switch</i> 2 aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Katup <i>Inlet Uap</i> aktif , • <i>Timer</i>1 aktif • Kondensat katup aktif 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch</i> 4 aktif • Lori <i>Detector</i> 4
20	<i>Timer 1 Contact</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat nonaktif 	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Timer 2</i> aktif 	
21	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pressure Transmitter 1</i>(2 bar) • <i>Timer 2</i> Contact 	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat aktif • Katup Exhaust Uap Panas aktif • Katup <i>Inlet</i> Uap nonaktif 	-
22	<i>Pressure Transmitter 2</i> aktif (0.2 bar)	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat nonaktif • Katup Exhaust Uap Panas nonaktif • Katup <i>Inlet</i> Uap aktif • <i>Timer 3</i> aktif 	-
23	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pressure Transmitter 3</i> aktif (tekanan mencapai 2.5 bar) • <i>Timer 3</i> Contact 	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat aktif • Katup Exhaust Uap Panas aktif • Katup <i>Inlet</i> Uap nonaktif 	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
24	<i>Pressure</i> Transmitter 4 (0.3 bar)	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat nonaktif • Katup Exhaust Uap Panas nonaktif • Katup <i>Inlet</i> Uap aktif • <i>Timer</i> 4 aktif 	-
26	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pressure</i> Transmitter 5 (3 bar) • <i>Timer</i> 4 Contact 	<i>Timer</i> 5 aktif	-
27	<i>Timer</i> 5 Contact	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat aktif • <i>Timer</i> 6 aktif 	-
28	<i>Timer</i> 6 Contact	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Kondensat nonaktif • <i>Timer</i> 7 aktif 	-
29	<i>Timer</i> 7 Contact	<ul style="list-style-type: none"> • Katup <i>Inlet</i> Uap nonaktif • Katup Kondensat aktif 	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
29	<i>Pressure</i> Transmitter 6 (1,5 bar)	<ul style="list-style-type: none"> • Katu Exhaust Uap Panas aktif 	-
30	<i>Pressure</i> Transmitter 7 (0 bar)	<ul style="list-style-type: none"> • Katup Exhaust Uap Panas nonaktif • Katup Kondensat nonaktif 	-
31	<i>Pressure</i> Transmitter 7 (0 bar)	Sterilizer Cage Front Door dan Back Door aktif (membuka)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Proximity Start-Position Connecting Rail Bride 1</i> aktif • <i>Proximity Start-Position Connecting Rail Bride 2</i> aktif • Lori <i>Detector 3</i> aktif
32	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch 1</i> aktif • <i>Limit Switch 3</i> aktif 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Connecting Rail Bridge 1</i> dan <i>Connecting Rail Bridge 2</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lori <i>Detector 3</i> aktif • <i>Limit Switch 2</i> dan <i>Limit</i>

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
		aktif (bergerak masuk) <ul style="list-style-type: none"> Pintu Depan Sterilizer dan Pintu Belakang nonaktif 	<i>Switch 4</i> aktif
33	<ul style="list-style-type: none"> Proximity <i>End-Position Connecting Rail Bridge 1</i> aktif Proximity <i>End-Position Connecting Rail Bridge 2</i> aktif 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Connecting Rail Bridge 1</i> dan <i>Connecting Rail Bridge 2</i> nonaktif Piston Hidrolik Line 2 aktif (maju) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Pin Locking 2</i> untuk TC2 aktif Lori <i>Detector 6</i> non aktif Relay Lori <i>Detector 3</i> aktif Lori <i>Detector 4</i> aktif
34	Lori <i>Detector 5</i> aktif	Piston Hidrolik Line 2 nonaktif	Lori <i>Detector 3</i> nonaktif
35	<i>Limit Switch Low</i> Piston Hidrolik Line 2 aktif	<i>Connecting Rail Bridge 1</i> dan <i>Connecting Rail Bridge 2</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> <i>Limit Switch 1</i> aktif <i>Limit Switch 3</i> aktif
36	<ul style="list-style-type: none"> Proximity <i>Start-Position Connecting Rail Bridge 1</i> aktif Proximity <i>Start-Position Connecting Rail Bridge 2</i> aktif 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Connecting Rail Bridge 1</i> dan <i>Connecting Rail Bridge 2</i> aktif 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Limit Switch 1</i> aktif <i>Limit Switch 3</i> aktif

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
		<i>Bridge 2</i> nonaktif <ul style="list-style-type: none"> Pintu Depan <i>Sterilizer</i> dan Pintu Belakang aktif (menutup) 	
37	<ul style="list-style-type: none"> <i>Limit Switch 2</i> aktif <i>Limit Switch 4</i> aktif 	Pintu Depan dan Pintu Belakang <i>Sterilizer</i> nonaktif	-
38	Lori <i>Detector 5</i> aktif	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> <i>Mode Line 3</i> untuk TC2 aktif <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 2</i> aktif <i>Limit Switch Low Piston Transfer Carriage 2</i> aktif
39	<i>Pin Locking 3</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> Motor <i>Transfer Carriage 2</i> nonaktif Piston Hidrolik <i>Transfer</i> 	Lori <i>Detector 5</i> aktif

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
		<i>Carriage 2</i> aktif (maju)	
40	<i>Lori Detector 6</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i> non aktif 	-
41	<i>Limit Switch Low</i> Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i> aktif	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> aktif (Kembali ke line 2)	<i>Lori Detector 6</i> aktif
42	<i>Pin Locking 2</i> untuk TC2 aktif	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> nonaktif	-
43	<i>Lori Detector 6</i> aktif	Piston Hidrolik Line 3 aktif (maju)	<i>Limit Switch Low Tippler</i> aktif
44	<i>Lori Detector 7</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> Piston Hidrolik Line 3 nonaktif (mundur) Motor Tippler aktif (berputar) 	<i>High Level Digester Tank</i> non aktif
45	<i>Limit Switch High</i> Tippler aktif	<ul style="list-style-type: none"> Motor Tippler nonaktif <i>Timer 9</i> aktif 	-
46	<i>Timer 9 Contact</i>	Motor <i>Tippler</i> aktif (berputar balik)	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
47	<i>Limit Switch Low Trippler</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Motor Tippler nonaktif • Piston Hidrolik Line 3 aktif (maju) 	Memori sekuen 44 aktif
48	Proximity <i>End-Position</i> Line 3 aktif	Piston Hidrolik Line 3 nonaktif (mundur)	-
49	Sensor Beban Bunch Conveyor aktif	Bunch Conveyor aktif	<i>High Level Digester Tank</i> non aktif
50	<i>Fruit Detector 1</i> aktif	Motor Thresher aktif	<i>High Level Digester Tank</i> non aktif
51	Sensor Beban <i>Under</i> Thresher Conveyor aktif	<i>Under</i> Thresher Conveyor aktif	<i>High Level Digester Tank</i> non aktif
52	Sensor Beban <i>Fruit Elevator</i> aktif	<i>Fruit Elevator</i> aktif	<i>High Level Digester Tank</i> non aktif
53	Sensor Beban <i>Fruit Distributing</i> Conveyor aktif	<i>Fruit Distributing</i> Conveyor aktif	<i>High Level Digester Tank</i> non aktif
54	<i>Fruit Detector 2</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Motor Blade dan String Digester aktif • Katup Uap panas Digester <i>Tank</i> aktif 	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
55	<i>Fruit Detector 3 aktif</i>	Motor Screw Press aktif dan minyak mengalir menuju <i>Sand trap</i> via <i>Oil Gutter</i>	-
56	<i>High level Digester Tank aktif</i>	Subproses 6&7 nonaktif	-
57	<i>Low Level Sandtrap Tank</i>	<i>Heater Sand Trap Tank</i> aktif (menghilangkan <i>sediment & solid impurities</i>) & <i>Timer 10</i> aktif	-
58	<i>Timer 10 Contact</i>	Katup pembuangan pasir aktif & <i>Timer 11 Aktif</i>	-
59	<i>Timer 11 Contact</i>	Katup pembuangan pasir nonaktif & <i>Timer 10</i> aktif	-
60	<i>High Level Sandtrap Tank aktif</i>	Motor Oil <i>Vibrating Screen</i> aktif dan minyak di tampung di <i>Crude Oil Tank (COT)</i>	-
61	<i>Low Level Crude Oil Tank aktif</i>	<i>Steam Coil Crude Oil Tank</i> aktif	-

No	Kondisi Input	Kondisi Output	Syarat Perlu
62	<i>High Level Crude Oil Tank</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Desanding <i>Pump</i> aktif • Desanding <i>Cyclone</i> Aktif, melewati CST(Continuous Settling <i>Tank</i>) 	-
63	Sensor Level Collection <i>Tank</i> Aktif	Decanter Feed <i>Pump</i> aktif	-
64	Sensor Level decanter aktif	<ul style="list-style-type: none"> • Motor Decanter aktif • <i>Reclaimed Oil Pump</i> aktif 	-
65	Sensor Level vacuum drier aktif	<i>Vacuum Drier</i> aktif	-
66	Sensor <i>High Level Vacuum Drier</i>	Oil Transfer <i>Pump</i> aktif	-
67	Sensor Level Oil Storage <i>Tank</i>	Alaram yang menandakan Oil Storage <i>Tank</i> penuh, aktif	-

Tabel 3.4 Sekuen Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Ketika Tombol *Maintenance* di Tekan

Sub Proses	State	Kondisi <i>Input</i>	Kondisi <i>Output</i>
Jika Mode Line <i>Maintenance</i> untuk TC1 aktif			
	1	<ul style="list-style-type: none"> • Mode Line <i>Maintenance</i> untuk TC1 aktif • Lori <i>Detector 2</i> aktif • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 1</i> aktif • <i>Limit Switch Low Piston Transfer Carriage 1</i> aktif 	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> aktif dan bergerak maju ke Park <i>Maintenance</i>
	2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pin Locking Line Maintenance 1</i> aktif • Lori <i>Detector 2</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Motor <i>Transfer Carriage 1</i> non aktif • Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i> aktif
	3	Lori <i>Detector 8</i> aktif	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i> nonaktif
	4	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage 1</i> • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance 1</i> • Lori <i>Detector 8</i> 	Piston Hidrolik Line <i>Maintenance 1</i> aktif
	5	Proximity <i>End-Position Line Maintenance 1</i> aktif	Piston Hidrolik Line <i>Maintenance 1</i> nonaktif

Sub Proses	State	Kondisi Input	Kondisi Output
	6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance 1</i> aktif • <i>Proximity End-Position Line Maintenance 1</i> aktif 	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> aktif (kembali menuju Line 1)
	7	<i>Pin Locking 1</i> aktif	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> nonaktif (berhenti)
Jika Mode <i>Line Maintenance</i> untuk TC2 aktif			
	1	<ul style="list-style-type: none"> • Mode <i>Line Maintenance</i> untuk TC2 aktif • <i>Lori Detector 5</i> aktif • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 2</i> aktif • <i>Limit Switch Low Piston Transfer Carriage 2</i> aktif 	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> aktif dan bergerak maju ke <i>Park Maintenance</i>
	2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pin Locking Line Maintenance 2</i> aktif • <i>Lori Detector 5</i> aktif 	<ul style="list-style-type: none"> • Motor <i>Transfer Carriage 2</i> nonaktif • Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i> aktif
	3	<i>Lori Detector 9</i> aktif	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i> nonaktif
	4	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage 2</i> • <i>Limit Switch Low Piston Hidrolik</i> 	Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 2</i> aktif

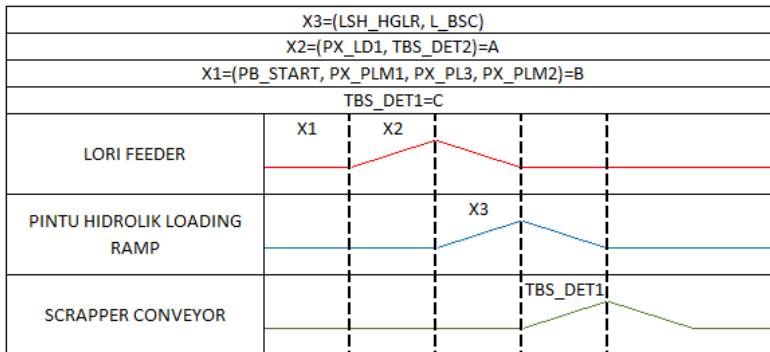
Sub Proses	State	Kondisi Input	Kondisi Output
		Line Maintenance 2 • Lori Detector 9	
	5	Proximity End-Position Line Maintenance 2 aktif	Piston Hidrolik Line Maintenance 2 nonaktif
	6	<ul style="list-style-type: none"> Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance 2 aktif Proximity End-Position Line Maintenance 2 aktif 	Motor Transfer Carriage 2 aktif (kembali menuju Line 2)
	7	Pin Locking 2 untuk TC2 aktif	Motor Transfer Carriage 2 nonaktif (berhenti)

3.2 Perancangan Sistem dengan Metode Huffman

Setelah didapatkan proses sistem dalam bentuk sekuen, maka dilakukan tahap perancangan *Ladder* dengan metode Huffman hingga menjadi suatu *ladder diagram*. Proses perancangan ladder diagram akan dibagi menjadi suatu bagian-bagian. Berikut ini adalah *sample* bagian-bagian dari perancangan *Ladder Crude Palm Oil Process* :

3.2.1 Bagian 1 (Sekuen 1-4)

Pada bagian ini *Lori Feeder* akan aktif akibat tombol start. Kemudian akan mati akibat sensor dari PX_LD1 dan sensor TBS_DET2 selain itu sensor tersebut juga mampu mengaktifkan HGLR dan HGLR akan mati akibat dari sensor LSH_HGLR dan L_BSC. Kemudian sensor tersebut juga akan mengaktifkan *Scraper Conveyor* dan mematikan *Scraper Conveyor* akibat sensor TBS_DET1. seperti yang dijelaskan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Sequence chart* bagian 1

a. Primitive Flow Table

Berikut ini tabel 3.5 merupakan hasil dari *Primitive Flow table* bagian 1.

Tabel 3.5 *Primitive Flow Table* Bagian 1

STATE	(PX_LD1, TBS_DET2)& (LSH_HGLR, L_BSC) & (TBS_DET1)				HP_LF	HGLR	SCP_C ONV
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1			
HP_LF ON, HGLR OFF, SCP_CO NV OFF	①	2	-	-	1	0	0
HP_LF ON, HGLR OFF, SCP_CO NV OFF	3	②	-	-	0	1	0
HP_LF ON, HGLR OFF, SCP_CO NV OFF	③	-	4	-	0	1	0

STATE	(PX_LD1, TBS_DET2) & (LSH_HGLR, L_BSC) & (TBS_DET1)				HP_LF	HGLR	SCP_C ONV
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1			
HP_LF ON, HGLR OFF, SCP_CO NV OFF	5	-	④	-	0	0	1
HP_LF ON, HGLR OFF, SC_CON V OFF	⑤	-	-	6	0	0	1
HP_LF ON, HGLR OFF, SCP_CO MV OFF	1	-	-	⑥	0	0	0

b. Penggabungan dan Penugasan State

Berikut ini tabel 3.6 merupakan hasil dari penugasan *state* bagian 1.

Tabel 3.6 Penugasan *State* Bagian 1

Y1	Y2	Y3	(PX_LD1, TBS_DET2) & (LSH_HGLR, L_BSC) & (TBS_DET1)			
			0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1
1	0	0	①	2	-	-
1	0	1	3	②	-	-
1	1	1	③	-	4	-
0	1	1	5	-	④	-
0	1	0	⑤	-	-	6
0	0	0	1	-	-	⑥

c. Tabel Kebenaran

Berikut ini tabel 3.7 merupakan tabel kebenaran dari *flip-flop*.

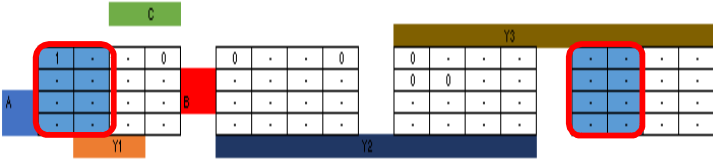
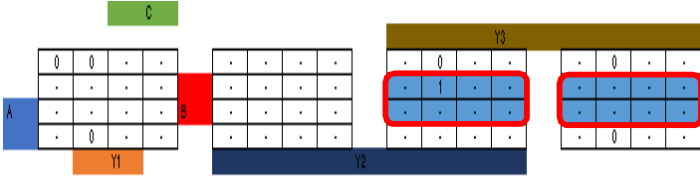
Tabel 3.7 Tabel Kebenaran

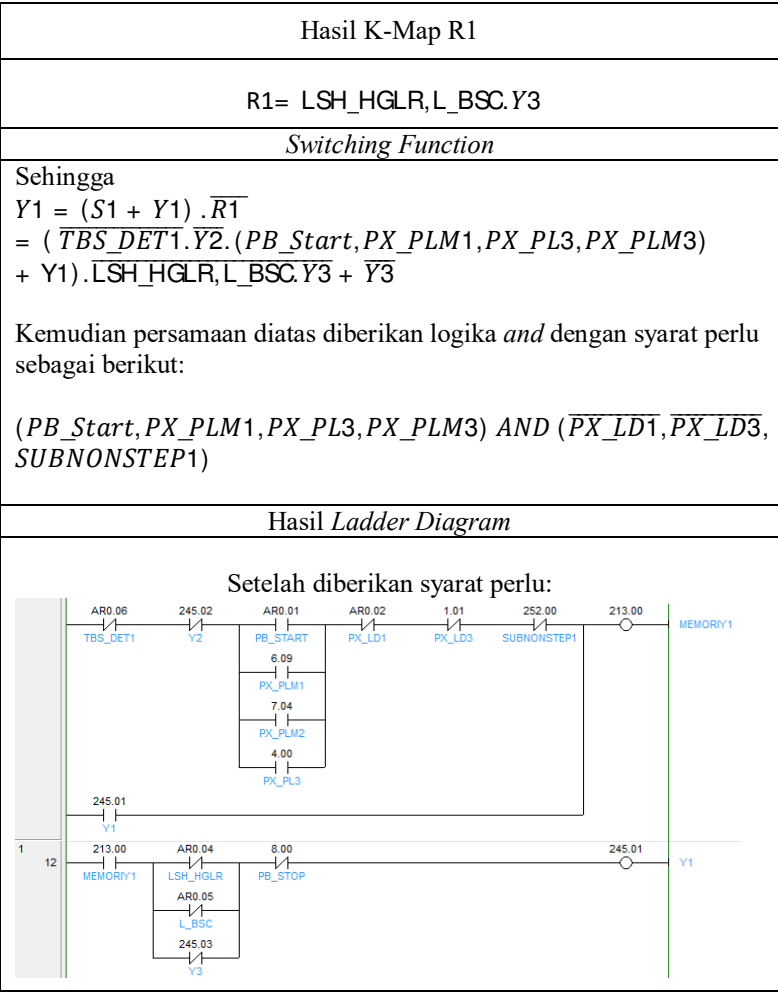
yk	yk+1	S	R
0	0	0	*
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	*	0

d. Penurunan fungsi eksitasi dan fungsi output serta ladder diagram

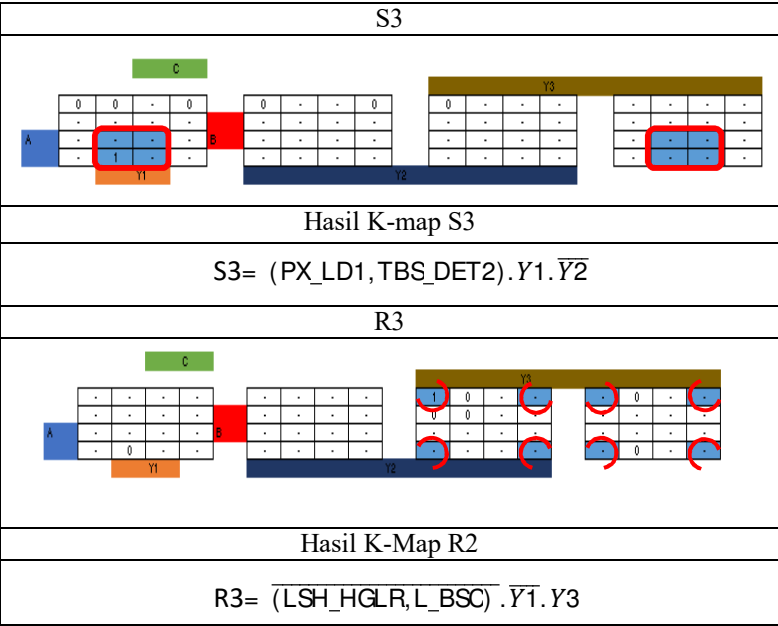
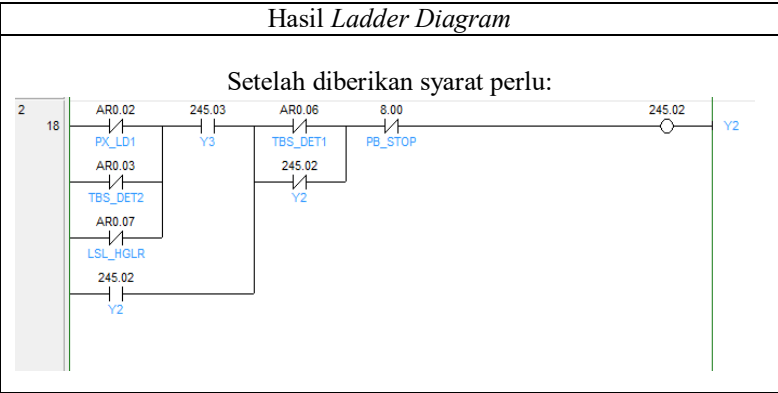
Berikut ini tabel 3.8 merupakan penurunan *ladder diagram* bagian 1.

Tabel 3.8 Tabel Penurunan dan *Ladder Diagram* Bagian 1

S1	
	
<p>Hasil K-map S1</p> $S1 = \overline{TBS_DET1} \cdot \overline{Y2} \cdot (PB_Start, PX_PLM1, PX_PL3, PX_PLM3)$	
R1	
	



S2	
Hasil K-map S2	
$S2 = \overline{(PX_LD1, TBS_DET2)} . Y3$	
R2	
Hasil K-Map R2	
$R2 = TBS_DET1 . Y2$	
Switching Function	
<p>Sehingga</p> $Y2 = (S2 + Y2) . \overline{R2}$ $= (\overline{(PX_LD1, TBS_DET2)} . Y3 + Y2) . \overline{TBS_DET1} + \overline{Y2}$ <p>Kemudian persamaan diatas diberikan logika <i>or</i> dengan syarat perlu sebagai berikut:</p> $\overline{(PX_LD1, TBS_DET2)} \text{ OR } LSL_HGLR$	



Switching Function

Sehingga

$$Y3 = (S3 + Y3) \cdot \overline{R3}$$

$$= ((PX_LD1, TBS_DET2) \cdot Y1 \cdot \overline{Y2} + Y3) \cdot (LSH_HGLR, L_BSC) + Y1 + \overline{Y3}$$

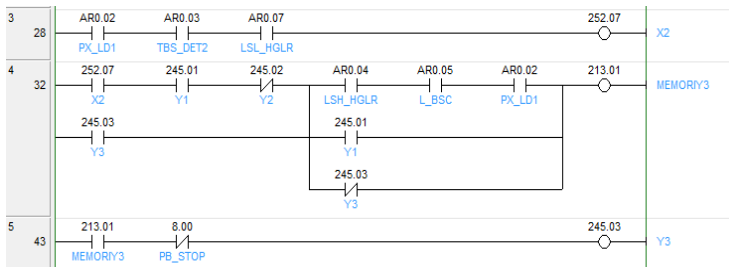
Kemudian persamaan diatas diberikan logika *and* dengan syarat perlu sebagai berikut:

$$(PX_LD1, TBS_DET2) \text{ AND } LSL_HGLR$$

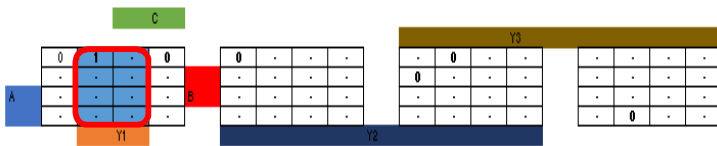
$$(LSH_HGLR, L_BSC) \text{ AND } PX_LD1$$

Hasil Ladder Diagram

Setelah diberikan syarat perlu:

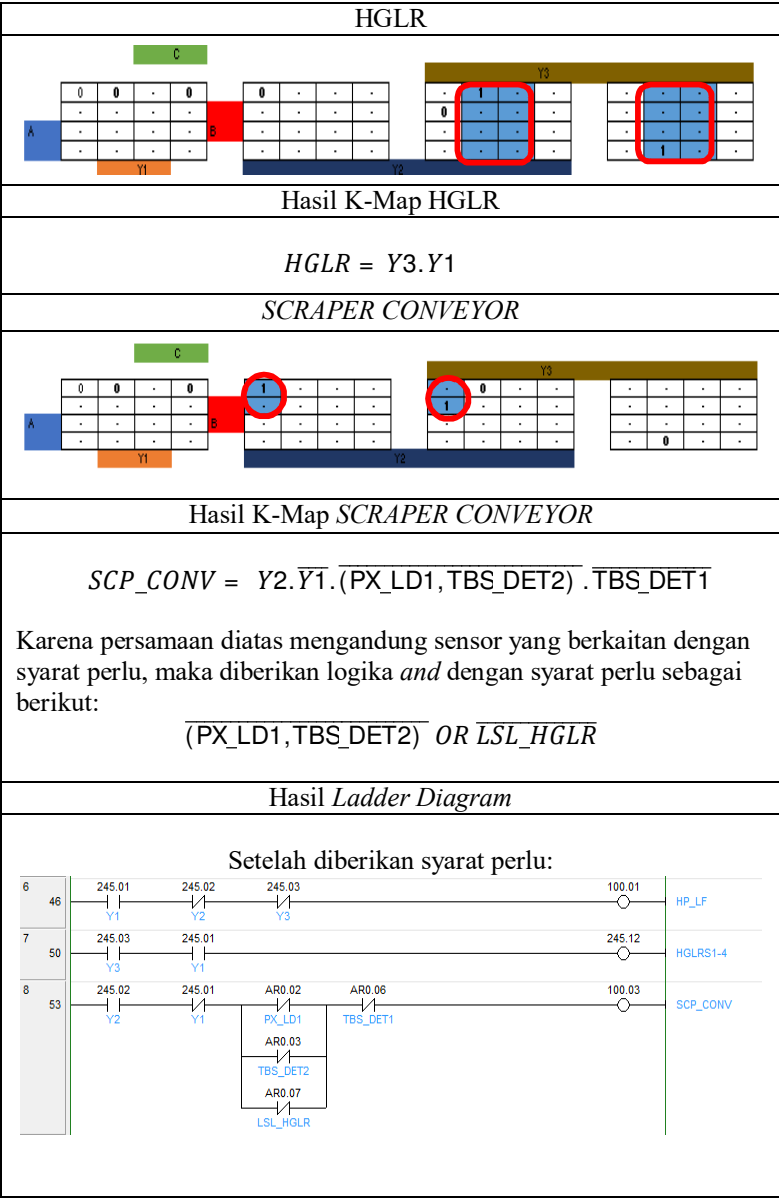


LORI FEEDER



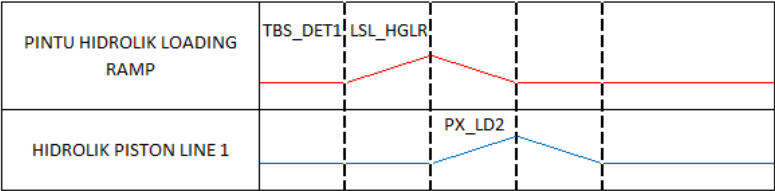
Hasil K-map LORI FEEDER

$$HP_LF = Y1 \cdot \overline{Y2} \cdot \overline{Y3}$$



3.2.2 Bagian 2 (Sekuen 4-6)

Pada bagian kedua ini dijelaskan proses kerja PINTU HIDROLIK *LOADING RAMP* dan HIDROLIK PISTON *LINE 1* akibat dari sensor TBS_DET1, LSL_HGLR, PX_LD2 seperti yang dijelaskan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sequence chart bagian 2

a. Primitive Flow Table

Berikut ini tabel 3.9 merupakan hasil dari *Primitive Flow table* bagian 2.

Tabel 3.9 Primitive Flow Table Bagian 2

STATE	(LSL_HGLR)(PX_LD2)				PINTU HIDROLIK LOADING RAMP	HIDROLIK PISTON LINE 1
	0 0	0 1	1 1	1 0		
HGLR ON, HP_L1 OFF	①	-	-	2	1	0
HGLR OFF, HP_L1 ON	3	-	-	②	0	1
HGLR OFF, HP_L1 ON	③	4	-	-	0	1
HGLR OFF, HP_L1 OFF	1	④	-	-	0	0

b. Penggabungan dan Penugasan State

Berikut ini tabel 3.10 merupakan hasil dari penugasan *state* bagian 2.

Tabel 3.10 Penugasan State Bagian 2

(LSL_HGLR)		(PX_LD2)		Y1	Y2
0 0	0 1	1 1	1 0		
①	-	-	2	1	0
3	-	-	②	1	1
③	4	-	-	0	1
1	④	-	-	0	0

c. Tabel Kebenaran

Tabel kebenaran dapat dilihat dari **Tabel 3.7**.

d. Penurunan fungsi eksitasi dan fungsi output serta ladder diagram

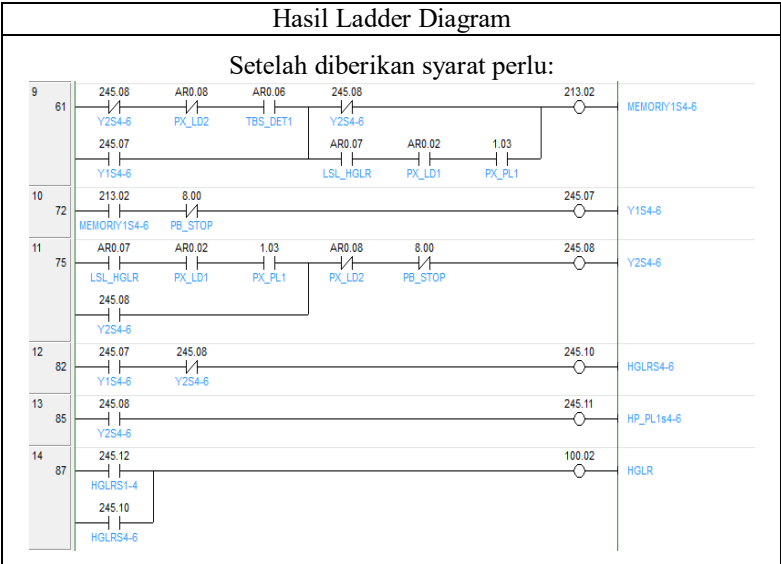
penurunan *ladder diagram* bagian 2 dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Tabel Penurunan dan *Ladder Diagram* Bagian 2

S1					
		(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-
0	1	0	0	-	-
0	0	1	0	-	-
Hasil K-Map S1					
$S1 = \overline{y2} \cdot \overline{PX_LD2} \cdot TBS_DET1$					
R1					
		(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	0
1	1	1	-	-	0
0	1	-	-	-	-
0	0	0	-	-	-
Hasil K-Map R1					
$R1 = y2 \cdot \overline{LSL_HGLR}$					

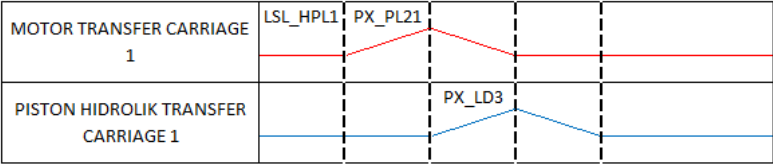
S2					
(LSL HGLR) (PX LD2)					
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	1
1	1	-	-	-	-
0	1	-	0	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map S2					
$S2 = (LSL_HGLR)$					
R2					
(LSL HGLR) (PX LD2)					
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	0
1	1	0	-	-	0
0	1	0	1	-	-
0	0	-	-	-	-
Hasil K-Map R2					
$R2 = PX_LD2$					
HYDRAULIC GATE LOADING RAMP					
(LSL HGLR) (PX LD2)					
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	0
0	1	0	-	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map HYDRAULIC GATE LOADING RAMP					
$HGLR = y_1\overline{y_2}$					

<i>HYDRAULIC PISTON LINE 1</i>					
Y1	Y2	(LSL HGLR) (PX LD2)			
		0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map <i>HYDRAULIC PISTON LINE 1</i>					
$HP_L1 = y2$					
Switching Function					
$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$ $y1 = (\overline{y2}. \overline{PX_LD2}. TBS_DET1 + y1). \overline{y2} + LSL_HGLR$ $y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$ $y2 = (LSL_HGLR + y2). \overline{PX_LD2}$					
Kemudian persamaan diatas diberikan logika <i>and</i> dengan syarat perlu sebagai berikut:					
$LSL_HGLR \text{ AND } (PX_LD1, PX_PL1)$					



3.2.3 Bagian 3 (Sekuen 7-9)

Pada bagian ketiga ini dijelaskan proses kerja *MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1* dan *HYDRAULIC PISTON TRANSFER CARRIAGE 1* akibat dari sensor LSL_HPL1, PX_PL21, PX_LD3 seperti yang dijelaskan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Sequence chart bagian 3

e. Primitive Flow Table

Berikut ini tabel 3.12 merupakan hasil dari *Primitive Flow table* bagian 3.

Tabel 3.12 *Primitive Flow Table* Bagian 3

STATE	(PX_PL21)(PX_LD3)				MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1	PISTON HIDROLIK
	00	01	11	10		
M_TC1 ON, HP_TC1 OFF	①	-	-	2	1	0
M_TC1 OFF, HP_TC1 ON	3	-	-	②	0	1
M_TC1 OFF, HP_TC1 ON	③	4	-	-	0	1
M_TC1 OFF, HP_TC1 OFF	1	④	-	-	0	0

f. Penggabungan dan Penugasan State

Pada bagian ini *state* ditempatkan dengan tabel kolom Y1 dan Y2 untuk menghasilkan bentuk K-map. Hasil dari penugasan *state* bagian 3 dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 Penugasan *State* Bagian 3

(PX_PL21)		(PX_LD3)		Y1	Y2
00	01	11	10		
①	-	-	2	1	0
3	-	-	②	1	1
③	4	-	-	0	1
1	④	-	-	0	0

g. Tabel Kebenaran

Tabel kebenaran dapat dilihat dari **Tabel 3.7**.

h. Penurunan fungsi eksitasi dan fungsi output serta ladder diagram

Berikut ini tabel 3.14 merupakan penurunan *ladder diagram* bagian 3.

Tabel 3.14 Tabel Penurunan dan Ladder Diagram Bagian 3

S1					
		(PX_PL21) (PX_LD3)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-
0	1	0	0	-	-
0	0	1	0	-	-
Hasil K-Map S1					
$S1 = \overline{y2}.PX_LD3.LSL_HPL1$					
R1					
		(PX_PL21) (PX_LD3)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	0
1	1	1	-	-	0
0	1	-	-	-	-
0	0	0	-	-	-
Hasil K-Map R1					
$R1 = y2.\overline{PX_PL21}$					
S2					
		(PX_PL21) (PX_LD3)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	1
1	1	-	-	-	-
0	1	-	0	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map S2					
$S2 = PX_PL21$					

R2					
		(PX_PL21) (PX_LD3)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	0
1	1	0	-	-	0
0	1	0	1	-	-
0	0	-	-	-	-
Hasil K-Map R2					
$R2 = PX_LD3$					
<i>MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1</i>					
		(PX_PL21) (PX_LD3)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	0
0	1	0	-	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map <i>MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1</i>					
$M_TC1 = y1\bar{y}2$					
<i>HYDRAULIC PISTON TRANSFER CARRIAGE 1</i>					
		(PX_PL21) (PX_LD3)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map <i>HYDRAULIC PISTON TRANSFER CARRIAGE 1</i>					
$HP_TC1 = y2$					
<i>Switching Function</i>					
$y1 = (\bar{s}1 + y1).\bar{R}1$ $y1 = (\bar{y}2.PX_LD3.LSL_HPL1 + y1).\bar{y}2 + PX_L21$					

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

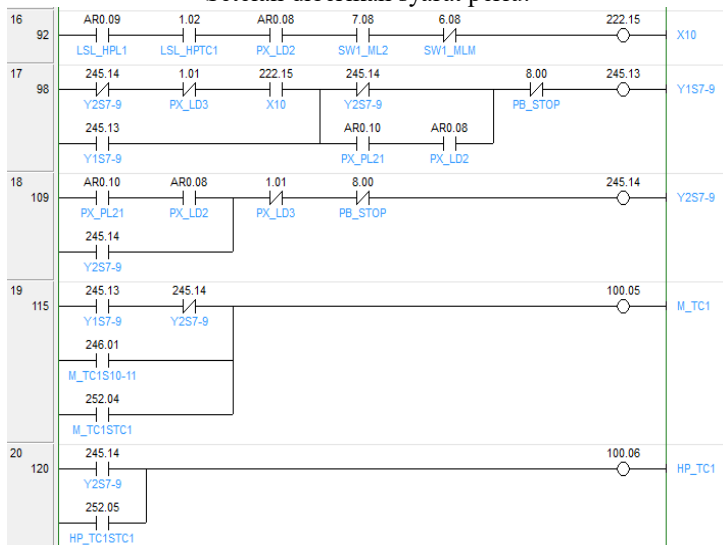
$$y2 = (PX_PL21 + y2) \cdot \overline{PX_LD3}$$

Kemudian persamaan diatas diberikan logika *and* dengan syarat perlu sebagai berikut:

$$LSL_HPL1 \text{ AND } (LSL_HPTC1, PX_LD2, SW1_ML2, SW1_MLM) \\ PX_L21 \text{ AND } PX_LD2$$

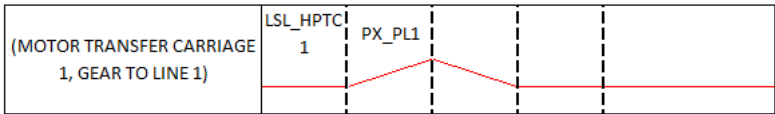
Hasil Ladder Diagram

Setelah diberikan syarat perlu:



3.2.4 Bagian 4 (Sekuen 10-11)

Pada bagian ke-empat ini dijelaskan proses kerja *MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1* dan *GEAR TO LINE 1* akibat dari sensor LSL_HPTC1 dan PX_PL1 seperti yang dijelaskan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Sequence chart bagian 4

i. Primitive Flow Table

Berikut ini tabel 3.15 merupakan hasil dari *Primitive Flow table* bagian 3.

Tabel 3.15 Primitive Flow Table Bagian 3

STATE	PX_PL1		(MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1, GEAR
	0	1	
(M_TC1, GTL_1) ON	①	2	1
(M_TC1, GTL_1) OFF	1	②	0

j. Penggabungan dan Penugasan State

Berikut ini tabel 3.16 merupakan hasil dari penugasan *state* bagian 4.

Tabel 3.16 Penugasan State Bagian 3

PX_PL1		Y1	Y2
0	1		
①	2	1	0
1	②	1	1
A1	-	0	1
A2	-	0	0

k. Tabel Kebenaran

Tabel kebenaran dapat dilihat dari **Tabel 3.7**.

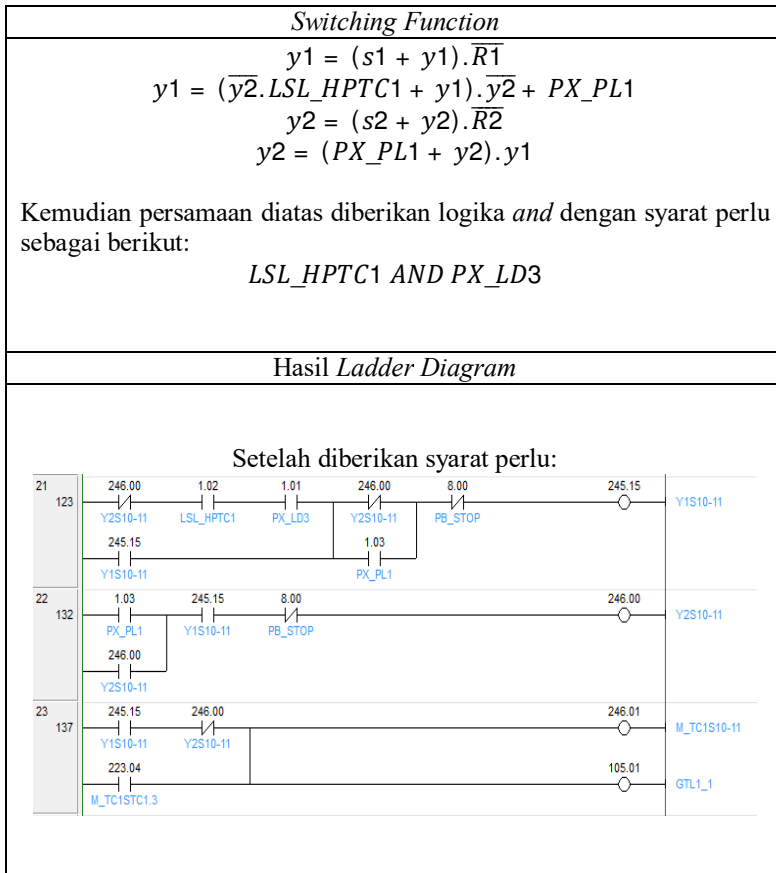
l. Penurunan fungsi eksitasi dan fungsi output serta ladder diagram

penurunan *ladder diagram* bagian 4 dapat dilihat pada tabel 3.17.

Tabel 3.17 Tabel Penurunan *Ladder Diagram* Bagian 4

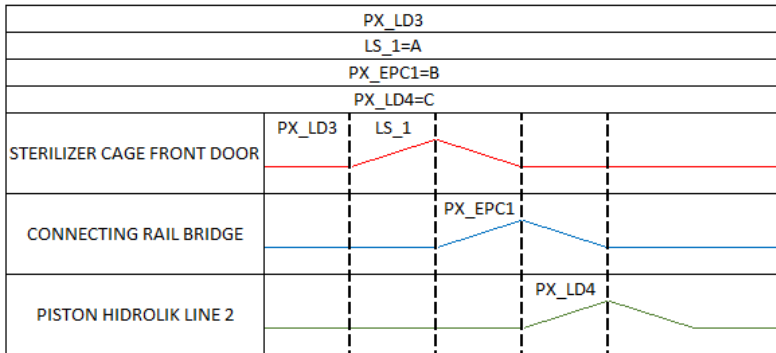
S1			
Y1	Y2	PX_PL1	
		0	1
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-
Hasil K-Map S1			
$S1 = \overline{y2}.LSL_HPTC1$			
R1			
Y1	Y2	PX_PL1	
		0	1
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-
Hasil K-Map R1			
$R1 = y2.\overline{PX_PL1}$			

S2			
		PX_PL1	
Y1	Y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-
Hasil K-Map S2			
$S2 = PX_PL1$			
R2			
		PX_PL1	
Y1	Y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-
Hasil K-Map R2			
$R2 = \overline{y1}$			
<i>MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1, GEAR TO LINE 1</i>			
		PX_PL1	
Y1	Y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-
Hasil K-Map <i>MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1</i>			
$(M_TC1, GTL_1) = y1\overline{y2}$			



3.2.5 Bagian 5 (12-15)

Pada bagian ini *Sterilizer front cage door* akan aktif, akibat dari *Lori Detector 3* yang aktif. Setelah itu *Limit Switch 1* akan aktif yang mengakibatkan *Rail Bridge 1* aktif dan *Sterilizer front cage door* nonaktif. Aktifnya *Rail Bridge 1* dan *Proximity End Position* akan menonaktifkan *Rail Bridge 1* dan mengaktifkan *Hydraulic Piston Line 2*. *Hydraulic Piston Line 2* akan non aktif akibat dari sensor *Lori Detector 4* aktif seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Sequence chart bagian 5

a. Primitive Flow Table

Berikut ini tabel 3.18 merupakan hasil dari *Primitive Flow table* bagian 5.

Tabel 3.18 *Primitive Flow Table* Bagian 5

STATE	(LS 1)& (PX EPC1)& (PX LD4)				SC_FD	CRB1	HP_L2
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1			
SC_FD ON, CRB1 OFF, HP L2 OFF	①	2	-	-	1	0	0
SC_FD ON, CRB1 OFF, HP L2 OFF	3	②	-	-	0	1	0
SC_FD ON, CRB1 OFF, HP L2 OFF	③	-	4	-	0	1	0
SC_FD ON, CRB1 OFF, HP L2 OFF	5	-	④	-	0	0	1
SC_FD ON, CRB1	⑤	-	-	6	0	0	1

STATE	(LS 1)&(PX EPC1)&(PX LD4)				SC_FD	CRB1	HP_L2
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1			
OFF, HP_L2 OFF							
SC_FD ON, CRB1 OFF, HP_L2 OFF	1	-	-	⑥	0	0	0

b. Penggabungan dan Penugasan State

Berikut ini tabel 3.19 merupakan hasil dari penugasan state bagian 5.

Tabel 3.19 Penugasan State Bagian 5

Y1	Y2	Y3	(LS 1)&(PX EPC1)&(PX LD4)			
			0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1
1	0	0	①	2	-	-
1	0	1	3	②	-	-
1	1	1	③	-	4	-
0	1	1	5	-	④	-
0	1	0	⑤	-	-	6
0	0	0	1	-	-	⑥

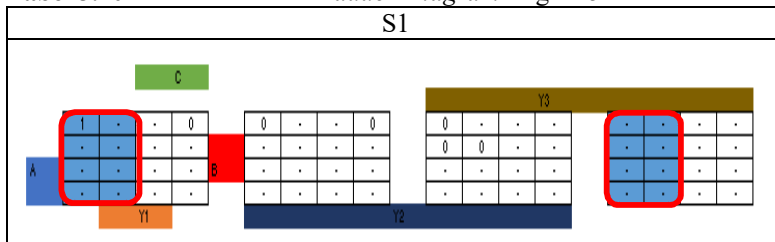
c. Tabel Kebenaran

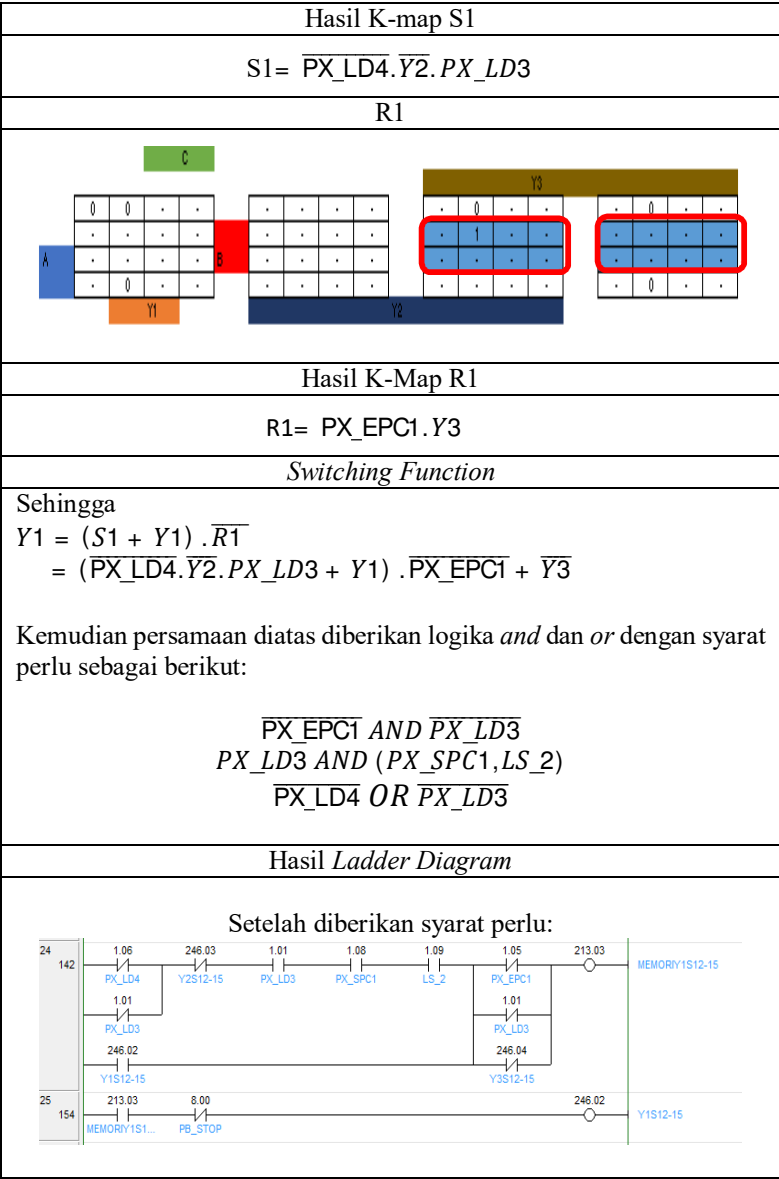
Tabel kebenaran dapat dilihat pada tabel 3.7

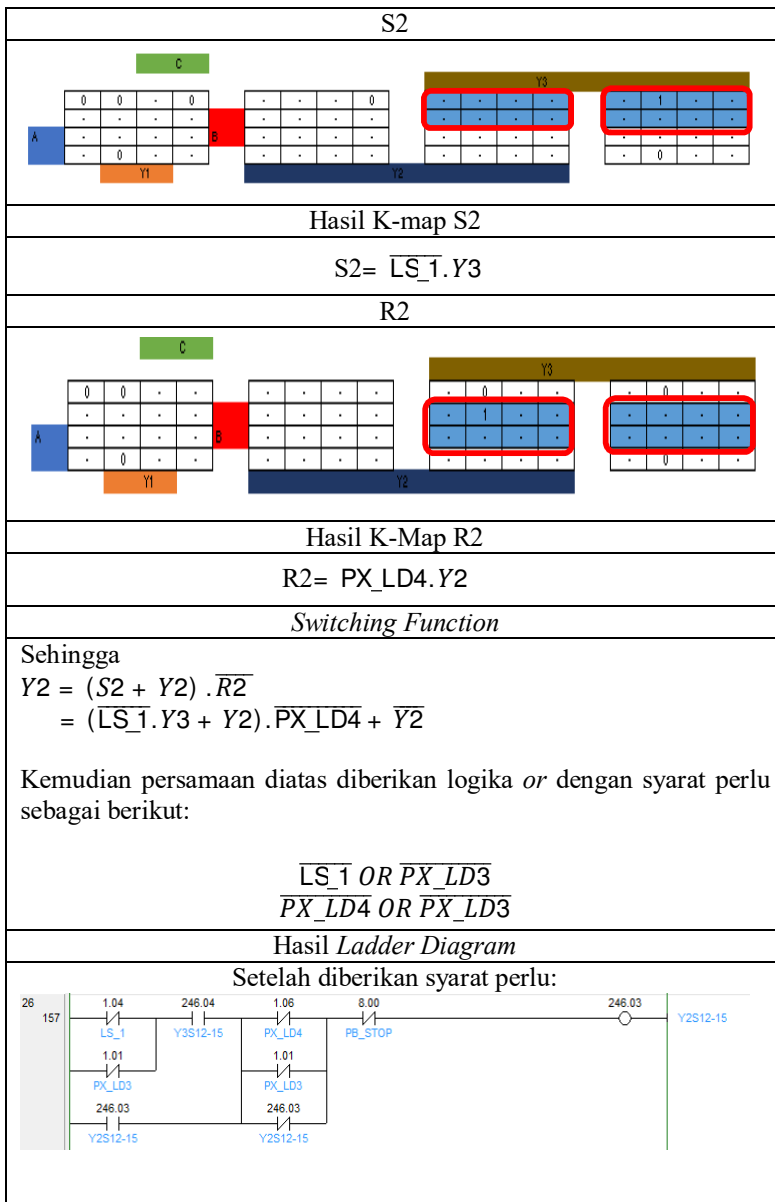
d. Penurunan fungsi eksitasi dan fungsi output serta ladder diagram

Penurunan dan *ladder diagram* bagian 5 dapat dilihat pada tabel 3.20.

Tabel 3.20 Tabel Penurunan Ladder Diagram Bagian 5







S3

Hasil K-map S3

$$S3 = LS_1.Y1.\overline{Y2}$$

R3

Hasil K-Map R2

$$R3 = (\overline{PX_EPC1}).\overline{Y1}.Y3$$

Switching Function

Sehingga

$$Y3 = (S3 + Y3) . \overline{R3}$$

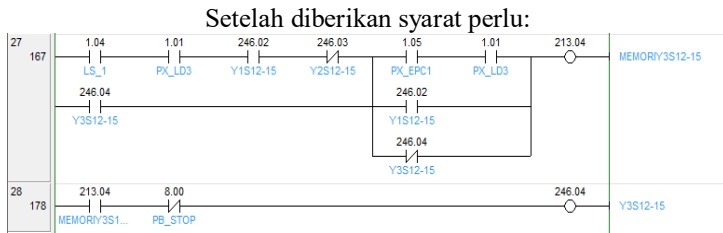
$$= (LS_1.Y1.\overline{Y2} + Y3).(PX_EPC1) + Y1 + \overline{Y3}$$

Kemudian persamaan diatas diberikan logika *or* dengan syarat perlu sebagai berikut:

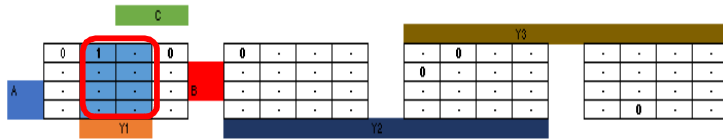
$$LS_1 \text{ AND } PX_LD3$$

$$PX_EPC1 \text{ AND } PX_LD3$$

Hasil *Ladder Diagram*



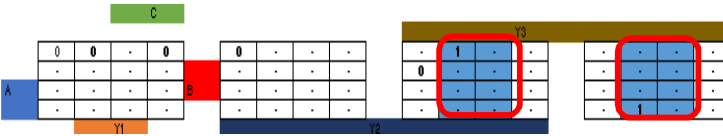
STERILIZER CAGE FRONT DOOR



Hasil K-map *STERILIZER CAGE FRONT DOOR*

$$SC_FD = Y1.\bar{Y2}.\bar{Y3}$$

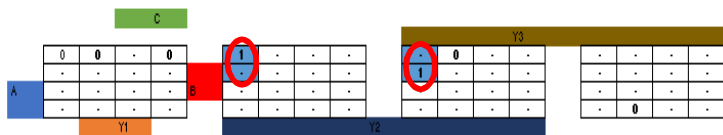
RAIL BRIDGE 1



Hasil K-Map *RAIL BRIDGE 1*

$$CRB1 = Y3.Y1$$

HYDRAULIC PISTON LINE 2



Hasil K-Map *HYDRAULIC PISTON LINE 2*

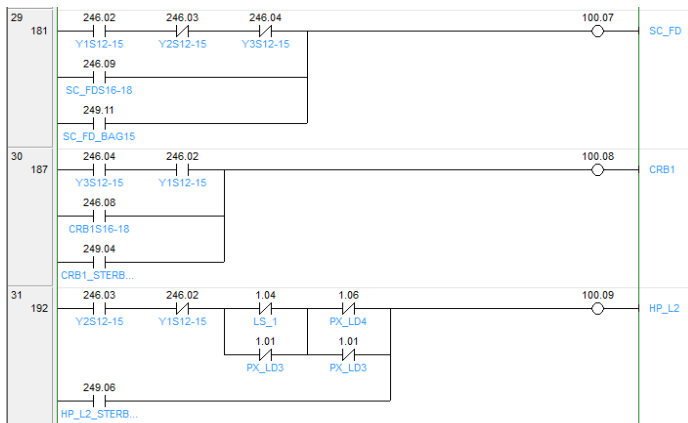
$$HP_L2 = Y2.\overline{Y1}.\overline{LS_1}.PX_LD4$$

Karena persamaan diatas mengandung sensor yang berkaitan dengan syarat perlu, maka diberikan logika *or* dengan syarat perlu sebagai berikut:

$$\frac{\overline{LS_1} \text{ OR } \overline{PX_LD3}}{PX_LD4 \text{ OR } PX_LD3}$$

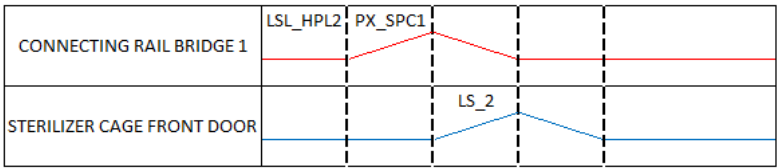
Hasil *Ladder Diagram*

Setelah diberikan syarat perlu:



3.2.6 Bagian 6

Pada bagian ke-enam ini dijelaskan proses kerja *RAIL BRIDGE 1* dan *STERILIZER CAGE FRONT DOOR* akibat dari sensor *LSL_HPL2*, *PX_SPC1*, *LS_2* seperti yang dijelaskan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Sequence chart bagian 6

a. Primitive Flow Table

Berikut ini tabel 3.21 merupakan hasil dari *Primitive Flow table* bagian 6.

Tabel 3.21 Primitive Flow Table Bagian 6

STATE	(PX_SPC1)(LS_2)				CONNECTING RAIL BRIDGE 1	STERILIZER CAGE FRONT
	0 0	0 1	1 1	1 0		
CRB1 ON, SC_FD OFF	①	-	-	2	1	0
CRB1 OFF, SC_FD ON	3	-	-	②	0	1
CRB1 OFF, SC_FD ON	③	4	-	-	0	1
CRB1 OFF, SC_FD OFF	1	④	-	-	0	0

b. Penggabungan dan Penugasan State

Berikut ini tabel 3.22 merupakan hasil dari penugasan *state* bagian 6.

Tabel 3.22 Penugasan State Bagian 6

(PX_SPC1)		(LS_2)		Y1	Y2
0 0	0 1	1 1	1 0		
①	-	-	2	1	0
3	-	-	②	1	1
③	4	-	-	0	1
1	④	-	-	0	0

c. Tabel Kebenaran

Tabel kebenaran dapat dilihat dari **Tabel 3.7**.

d. Penurunan fungsi eksitasi dan fungsi output serta ladder diagram

Berikut ini tabel 3.23 merupakan penurunan *ladder diagram* bagian 6.

Tabel 3.23 Tabel Penurunan dan *Ladder Diagram* Bagian 6

S1					
Y1	Y2	(PX_SPC1) (LS_2)			
		0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-
0	1	0	0	-	-
0	0	1	0	-	-
Hasil K-Map S1					
$S1 = \overline{y2}.\overline{LS_2}.LSL_HPL2$					
R1					
Y1	Y2	(PX_SPC1) (LS_2)			
		0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	0
1	1	1	-	-	0
0	1	-	-	-	-
0	0	0	-	-	-
Hasil K-Map R1					
$R1 = y2.\overline{PX_SPC1}$					

S2					
		(PX_SPC1) (LS_2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	1
1	1	-	-	-	-
0	1	-	0	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map S2					
$S2 = PX_SPC1$					
R2					
		(PX_SPC1) (LS_2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	0
1	1	0	-	-	0
0	1	0	1	-	-
0	0	-	-	-	-
Hasil K-Map R2					
$R2 = LS_2$					
RAIL BRIDGE 1					
		(PX_SPC1) (LS_2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	0
0	1	0	-	-	-
0	0	0	0	-	-
RAIL BRIDGE 1					
$CRB1 = y1\bar{y}2$					

STERILIZER CAGE FRONT DOOR					
Y1	Y2	(PX_SPC1) (LS_2)			
		0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-

Hasil K-Map *STERILIZER CAGE FRONT DOOR*

SC_FD= y2

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot \overline{LS_2} \cdot LSL_HPL2 + y1) \cdot \overline{y2} + PX_SPC1$$

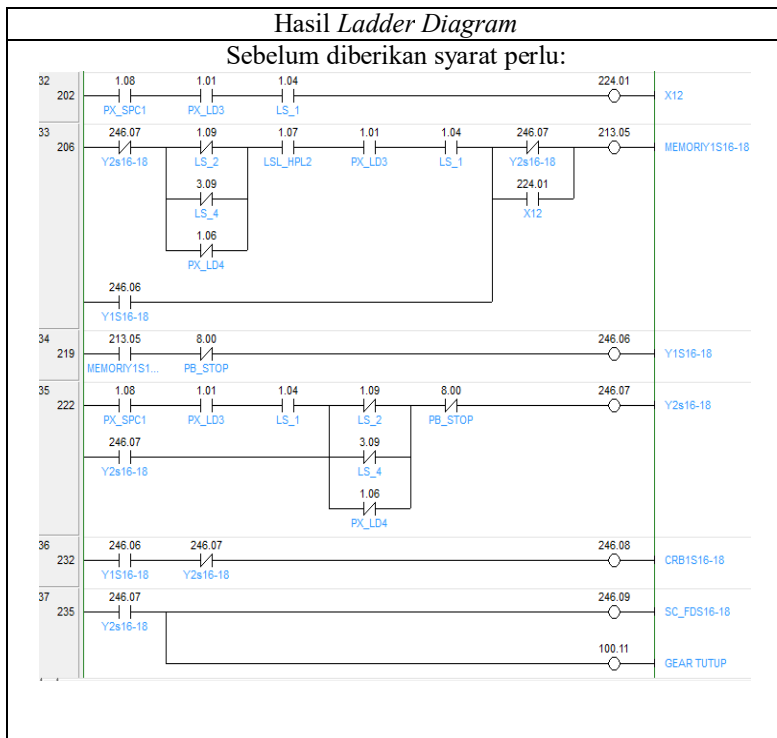
$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (PX_SPC1 + y2) \cdot \overline{LS_2}$$

Kemudian persamaan diatas diberikan logika *and* dengan syarat perlu sebagai berikut:

$$LSL_HPL2 \text{ AND } (PX_LD3, LS_1)$$

$$PX_SPC1 \text{ AND } (PX_LD3, LS_1)$$



Rancangan program *Ladder Diagram* dengan metode Huffman secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.

BAB 4

SIMULASI DAN ANALISA

Hasil *ladder diagram* yang telah dirancang akan diuji untuk memastikan sistem tersebut berjalan sesuai sekuen yang telah direncanakan. Proses pengujian akan menggunakan HMI Wonderware dan menggunakan PLC OMRON CQM1 sebagai syarat untuk menjalankan HMI Wonderware.

4.1 Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak yang dinamakan Wonderware. Aplikasi ini digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap perangkat-perangkat aktuaktor dan sensor yang sedang bekerja. Proses simulasi ini dilakukan untuk membandingkan sekuen yang telah dibuat dengan keadaan yang akan disimulasikan pada HMI Wonderware. Proses perancangan Wonderware dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian-bagian tersebut antara lain; bagian *Overview*, Pelumatan, Pemurnian, *Maintenance*, *Sterilisasi Line 2*, *Threshing Line 3*. Untuk mengetahui rancangan telah sesuai atau tidak, diperlukan PLC OMRON sebagai media yang akan dibaca oleh Wonderware.

4.1.1 Overview

Pada bagian ini, akan disimulasikan proses CPO (*Crude Palm Oil Process*) dalam skala yang besar. Untuk skala yang besar, sebagian komponen sensor tidak diperlihatkan. Sensor yang tidak diperlihatkan akan muncul pada *sub window* yang telah dikhususkan. Proses yang disimulasikan tidak sampai penyimpanan minyak kelapa sawit. Proses yang akan disimulasikan pada bagian ini meliputi proses *Loading Ramp*, *Lori feeder*, *Sterilizer*, *Tippler*, *Line Maintenance 1*, *Line Maintenance 2*. Tampilan HMI (*Human Machine Interface*) pada *Overview* dapat dilihat pada Gambar 4.1.

4.1.2 Pelumatan

Pada bagian ini, akan disimulasikan proses Pelumatan pada CPO. Proses pelumatan pada CPO meliputi proses *Digester*, *Screw Press*, *Sand Trap*, dan *Vibrating Screen*. Pada bagian ini tidak ada sensor yang tidak ditampilkan. Semua sensor ditampilkan secara lengkap. Pada bagian HMI

juga diberikan opsi untuk berpindah *Window*. Tampilan HMI pada Pelumatan dapat dilihat pada Gambar 4.2.

4.1.3 Sterilizer Line 2

Pada bagian ini akan disimulasikan proses dari *sterilizer* secara detil. Karena sebelumnya pada *Overview* tidak ditampilkan sensor-sensor pada *sterilizer* secara detil dan lengkap. Pada tahap simulasi, *sterilizer* memiliki aktuator berupa *Exhaust Valve*, *Condensat Valve*, *Steam Inlet*, *Connecting Rail Bridge 1*, *Connecting Rail Bridge 2*, *Sterilizer Cage Back Door*, *Sterilizer Cage Front Door*. Pada bagian ini juga terdapat sensor-sensor yang berupa *Limit Switch 4*, *Limit Switch 3*, *Limit Siwtch 1*. Tampilan HMI *Sterilizer* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

4.1.4 Pemurnian

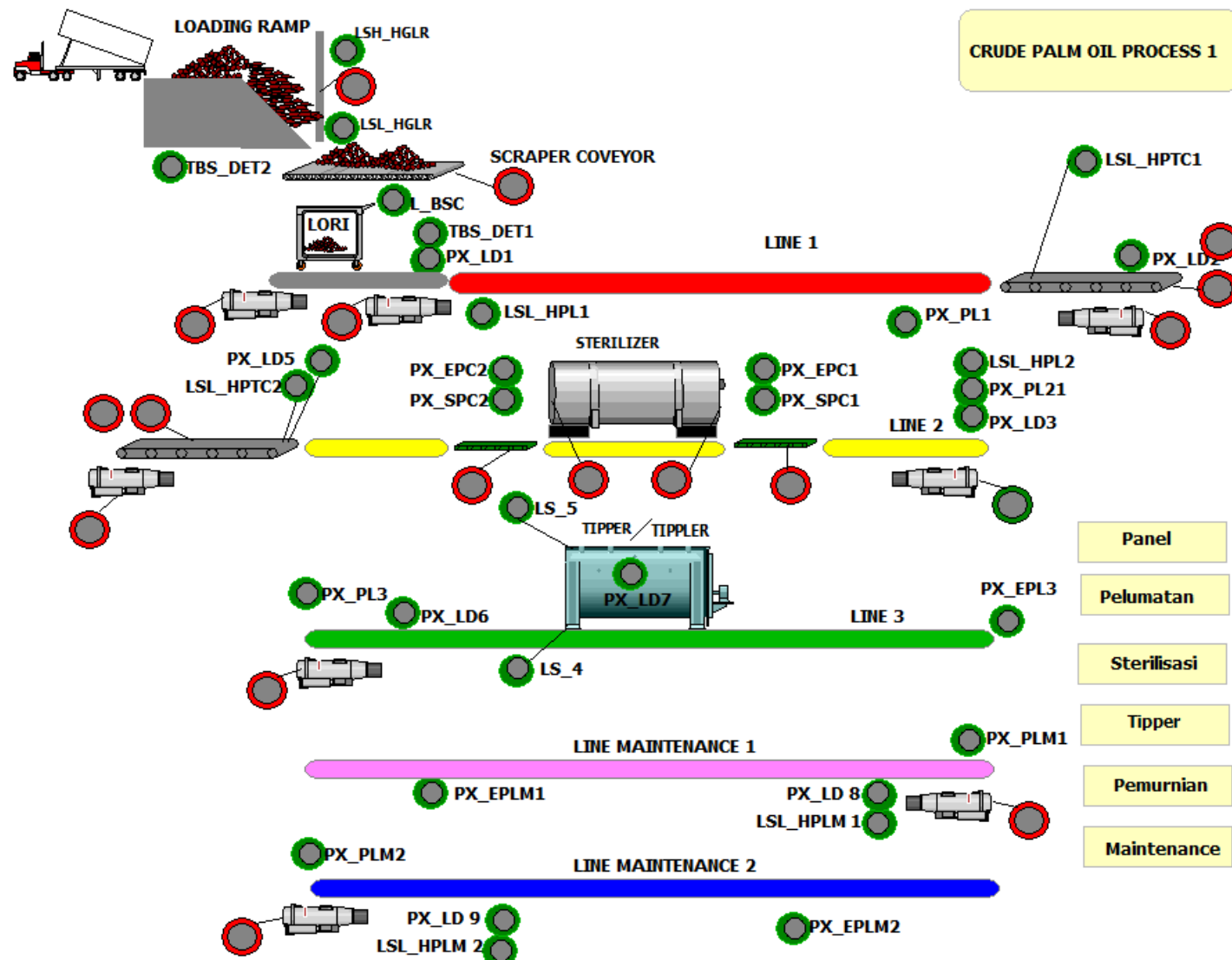
Pada bagian ini akan disimulasikan proses dari proses pemurnian. Proses ini meliputi *sub proses- sub proses*. *Sub proses* tersebut yaitu *Sand Trap*, *Vibrating Screen*, *Desanding Cyclone*, *Collection Tank*, *Decanter Feed Tank*, *Decanter*, *Oil Purifier Tank*, *Vacum Drier*, *Oil Storage Tank*. Proses-proses yang telah disebutkan akan ditampilkan pada HMI Pemurnian pada Gambar 4.4.

4.1.5 Maintenance

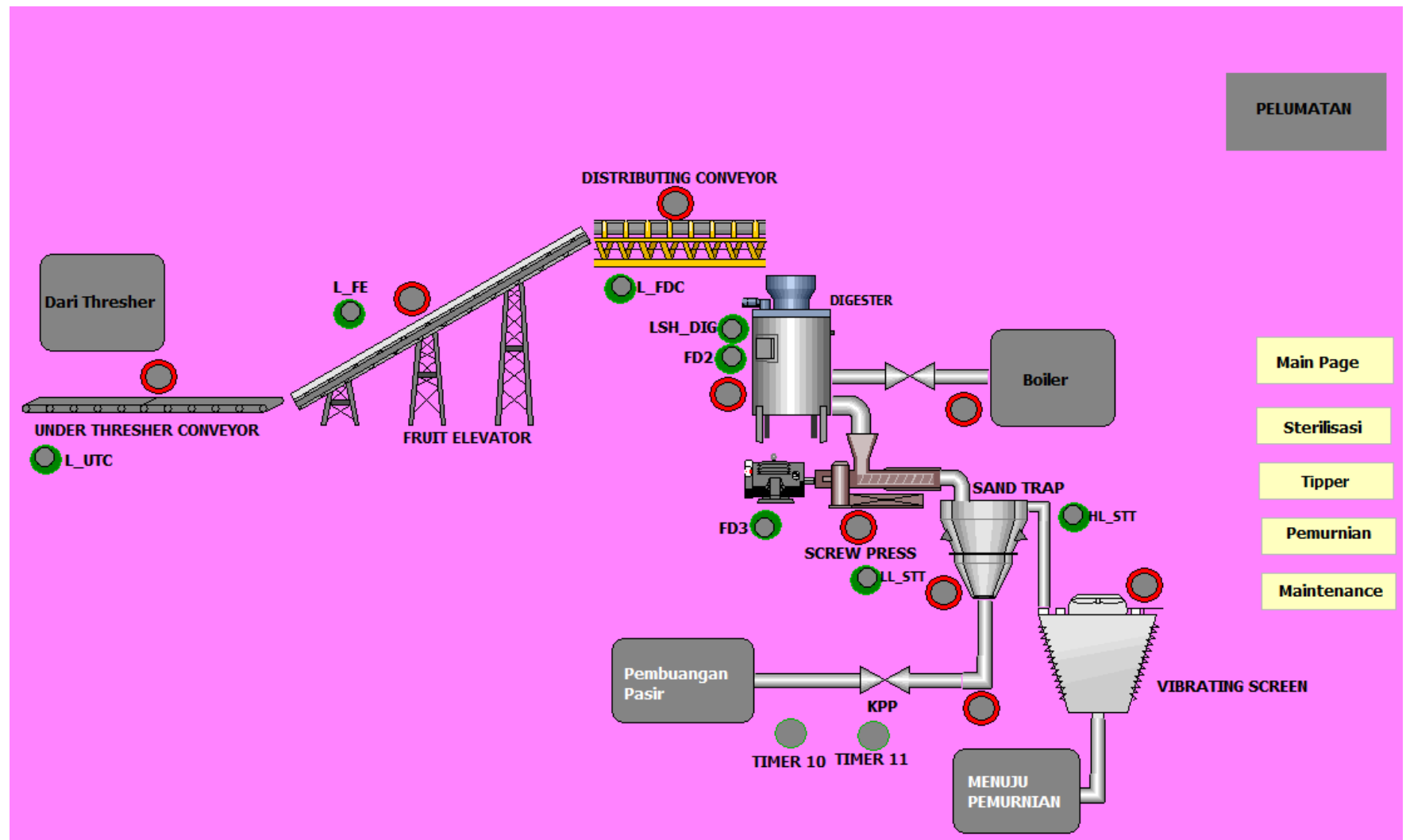
Pada bagian ini akan disimulasikan proses dari *Line Maintenance 1* dan *Line Maintenance 2*. Terdapat aktuator *Transfer Carriage 1* dan *Transfer Carriage 2*. Komponen tersebut akan mengantarkan lori ke-*Line Maintenance 1 (Transfer Carriage 1* yang mengantarkan), dan mengantarkan lori ke-*Line Maintenance 2 (Transfer Carriage 2* yang mengantarkan). Pada bagian *Transfer Carriage* diberikan *piston* yang berguna untuk mEndorong lori. Tampilan HMI *Line Maintenance* akan ditampilkan pada Gambar 4.5.

4.1.6 Threshing

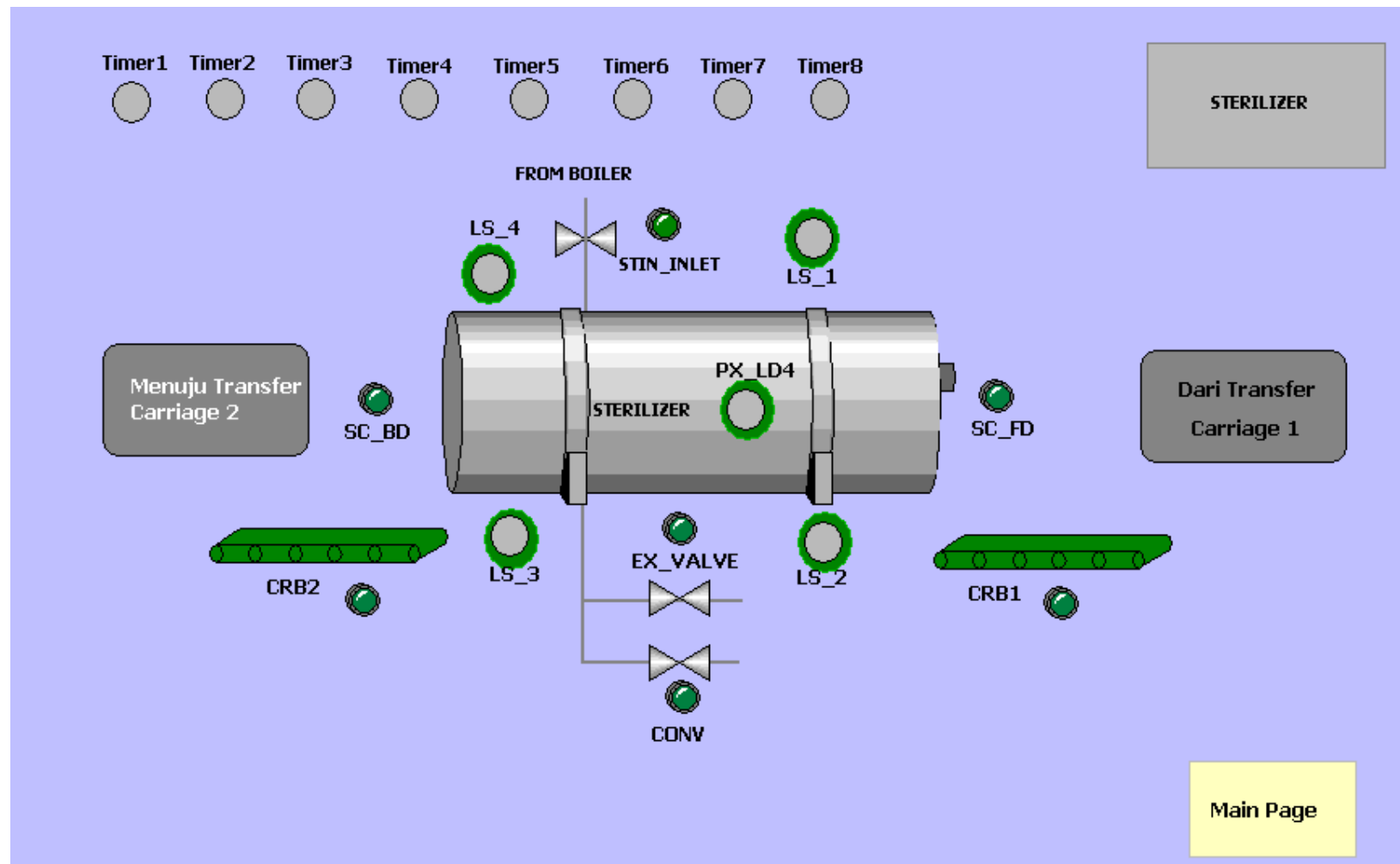
Pada bagian ini akan disimulasikan proses dari *Threshing* yang meliputi komponen-komponen berupa, *Tippler*, *Bunch Conveyor*, *Thresher*, *Under Threser Conveyor*. Pada bagian *Thresher* juga terdapat sensor-sensor yang berperan pada *Tippler*, dan *Thresher*. Pada *Window Threshisng*, proses akan berakhir pada *Under Thresher Conveyor*. Tampilan HMI *Threshing* akan ditampilkan pada Gambar 4.6.



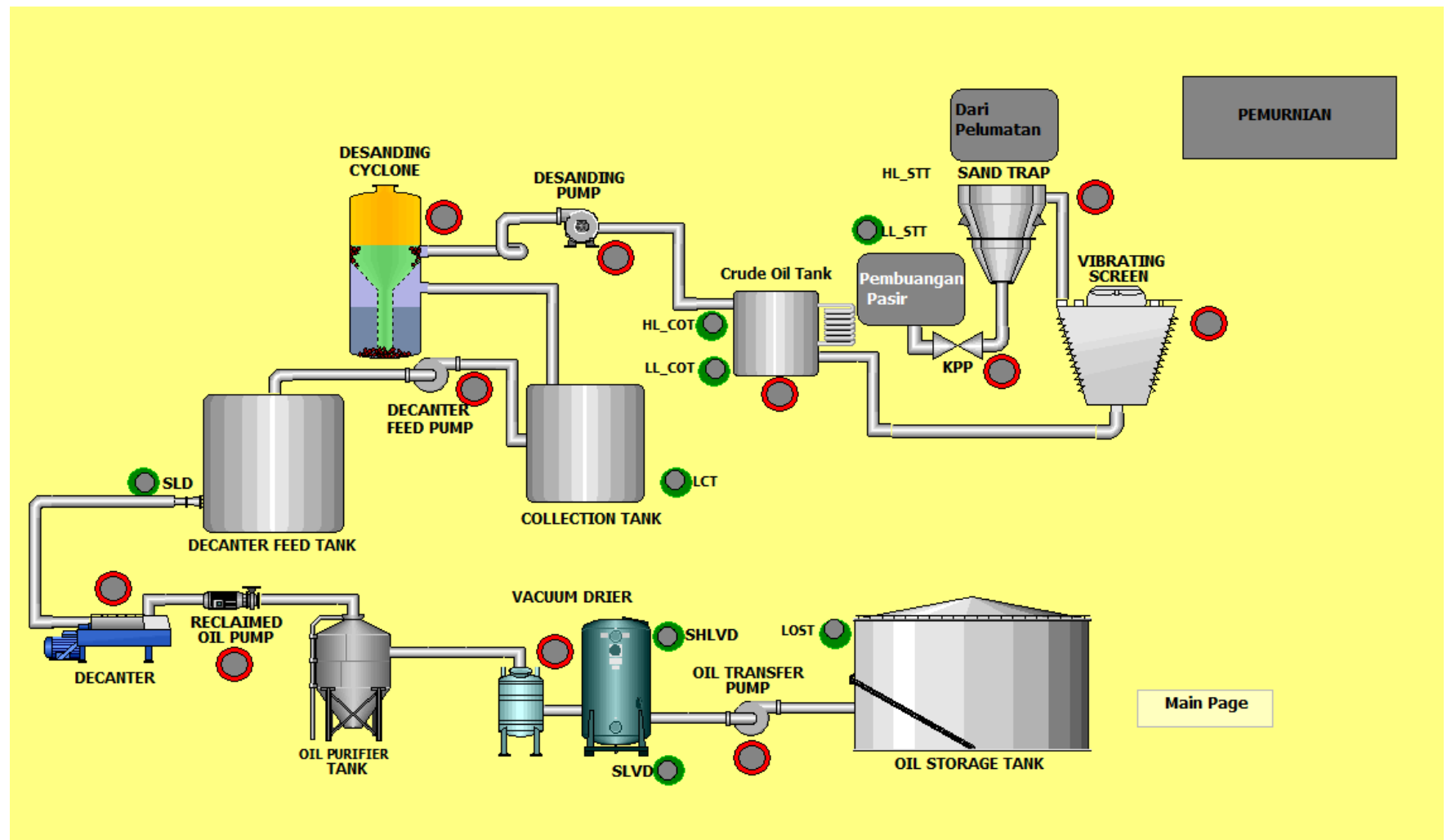
Gambar 4.1 Overview HMI



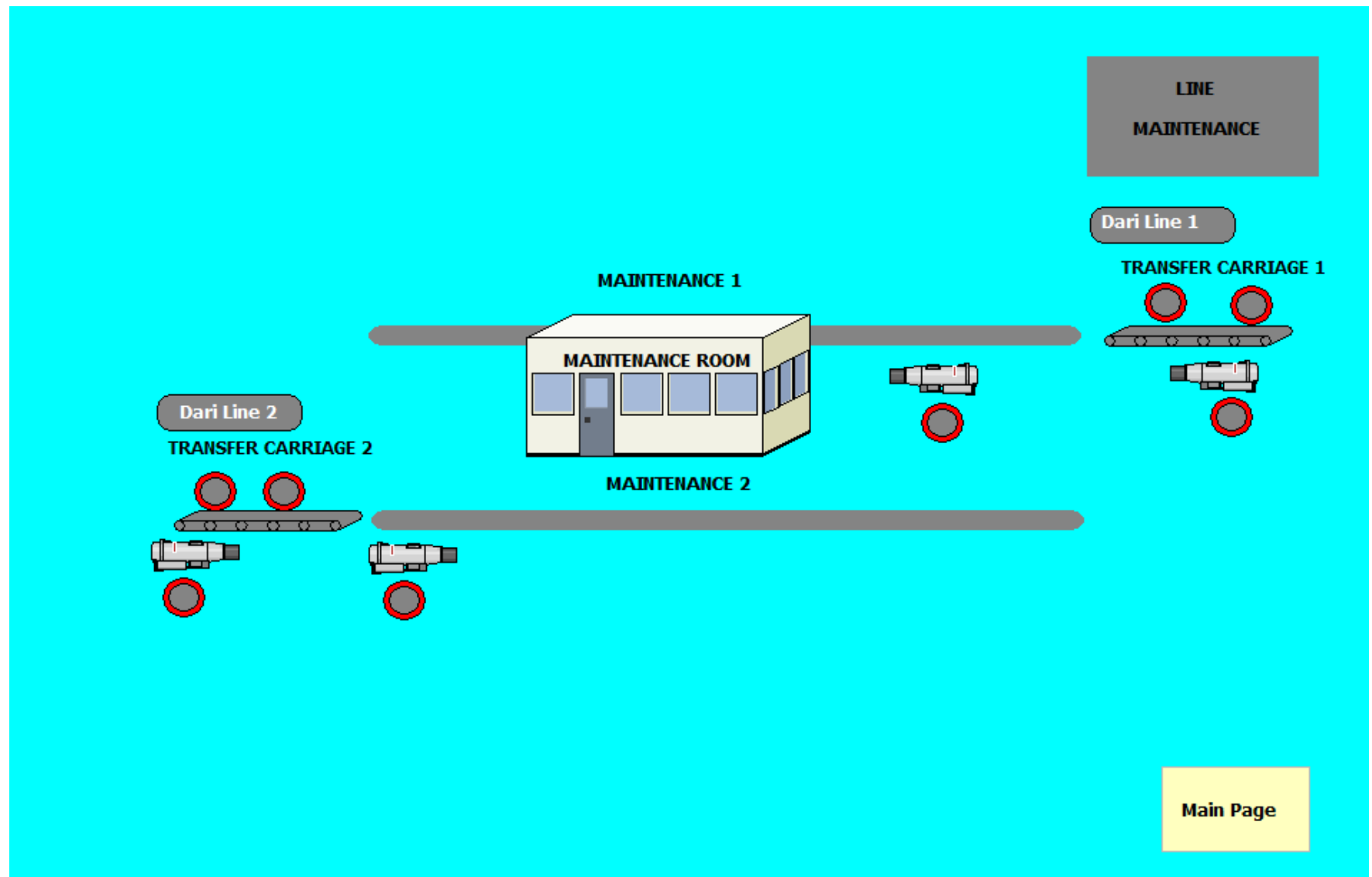
Gambar 4.2 Pelumatan HMI



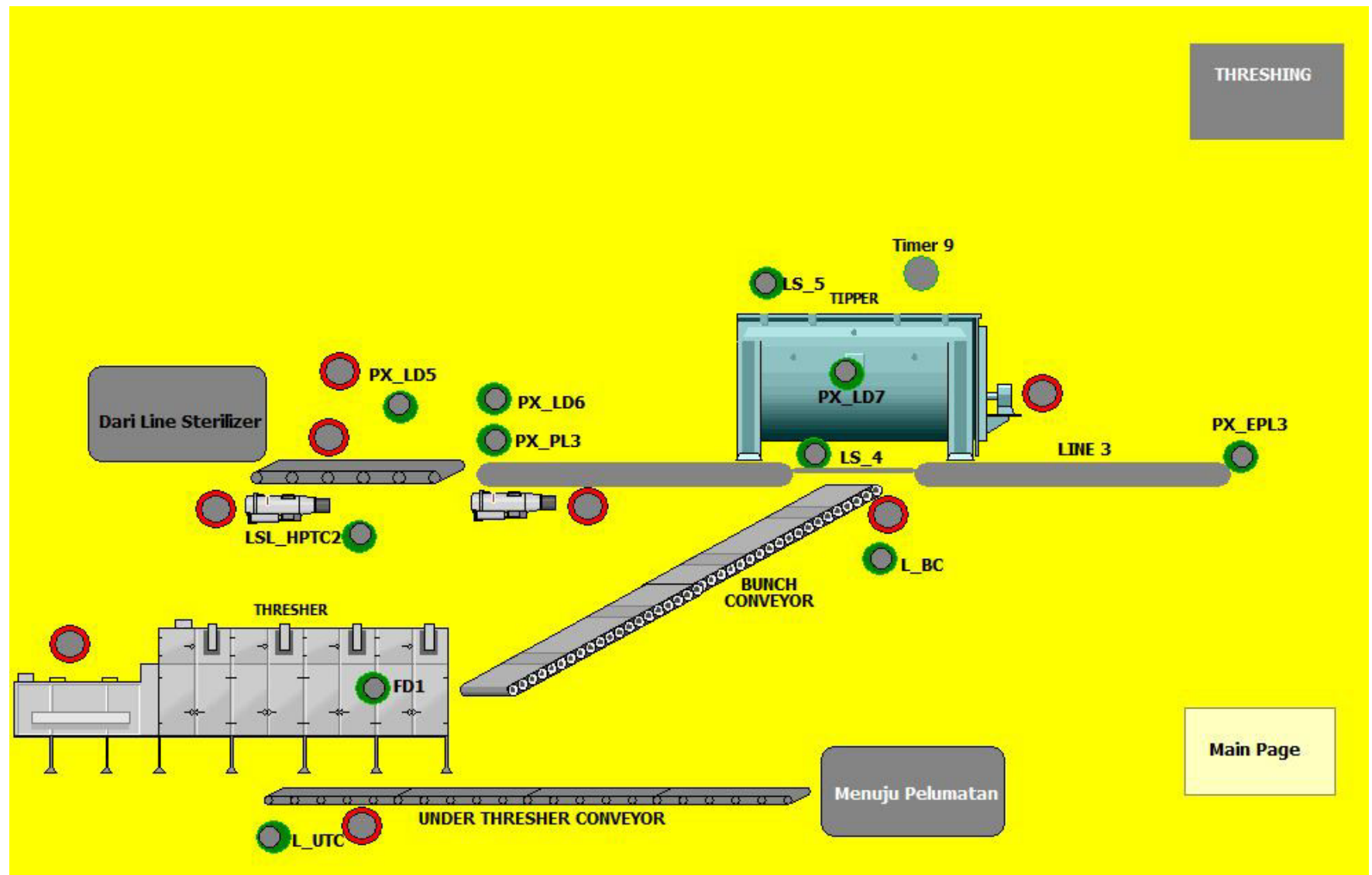
Gambar 4.3 Sterilizer Line 2 HMI



Gambar 4.4 Pemurnian HMI



Gambar 4.5 Maintenance HMI



Gambar 4.6 Threshing HMI

4.2 Analisa

Proses analisa diperlukan untuk mengetahui apakah *Crude Palm Oil Process* yang digunakan sebagai objek penelitian, mengalami proses penyederhanaan akibat dari metode Huffman. Proses analisa ini akan menggunakan satu sample aplikasi metode Huffman pada *Crude Palm Oil Process*. Pada sample tersebut akan dibagi menjadi dua bagian yaitu K-map dengan *grouping* yang besar dan K-map dengan *grouping* yang kecil. K-map lingkup yang besar dapat dilihat pada tabel 3.11.

4.2.1 Huffman Bagian 2 Sekuen 4-6 (K-map Lingkup Kecil)

Tabel 4.1 Tabel Penurunan dan Ladder Diagram Bagian 2 (K-map Lingkup Kecil)

S1					
Y1	Y2	(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
		0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-
0	1	0	0	-	-
0	0	1	0	-	-
Hasil K-Map S1					
$S1 = \overline{y1}.y2.(\overline{LSL_HGLR}).(\overline{PX_LD2}).TBS_DET1$					
R1					
Y1	Y2	(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
		0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	0
1	1	1	-	-	0
0	1	-	-	-	-
0	0	0	-	-	-
Hasil K-Map R1					
$R1 = y1.y2.(\overline{LSL_HGLR}).(\overline{PX_LD2})$					

S2					
		(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	1
1	1	-	-	-	-
0	1	-	0	-	-
0	0	0	0	-	-

Hasil K-Map S2					
$S2 = y1.\overline{y2}.\overline{PX_LD2}.LSL_HGLR$					

R2					
		(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	0
1	1	0	-	-	0
0	1	0	1	-	-
0	0	-	-	-	-

Hasil K-Map R2					
$R2 = \overline{y1}.y2.(LSL_HGLR).(PX_LD2)$					

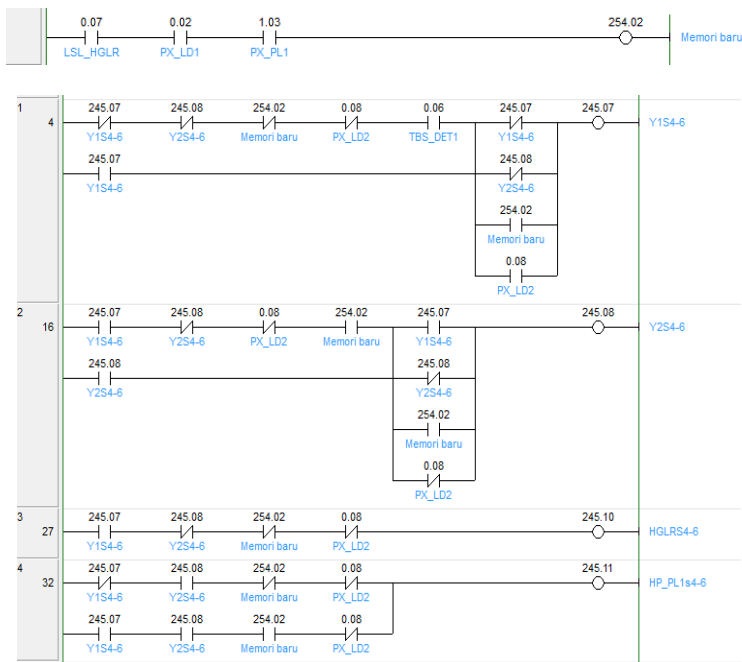
HYDRAULIC GATE LOADING RAMP					
		(LSL_HGLR) (PX_LD2)			
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	0
0	1	0	-	-	-
0	0	0	0	-	-

Hasil K-Map <i>HYDRAULIC GATE LOADING RAMP</i>					
$HGLR = y1.\overline{y2}.\overline{(LSL_HGLR)}.\overline{(PX_LD2)}$					
<i>HYDRAULIC PISTON LINE 1</i>					
(LSL HGLR) (PX LD2)					
Y1	Y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-
Hasil K-Map <i>HYDRAULIC PISTON LINE 1</i>					
$HP_L1 =$ $\overline{y1}.y2.\overline{(LSL_HGLR)}.\overline{(PX_LD2)} + y1.y2.(LSL_HGLR).\overline{(PX_LD2)}$					

<i>Switching Function</i>
$y2 = (s1 + y1).\overline{R1}$ $y1 = (\overline{y1}.y2.\overline{(LSL_HGLR)}.\overline{(PX_LD2)}.TBS_DET1 + y1).(\overline{y1} + \overline{y2} + (LSL_HGLR) + (PX_LD2))$ $y2 = (s2 + y2).\overline{R2}$ $y2 = (y1.\overline{y2}.\overline{PX_LD2}.LSL_HGLR + y2).(y1 + \overline{y2} + (LSL_HGLR) + (\overline{PX_LD2}))$
<p>Kemudian persamaan diatas diberikan logika <i>and</i> dengan syarat perlu sebagai berikut:</p> $\frac{LSL_HGLR AND (PX_LD1, PX_PL1)}{LSL_HGLR OR (PX_LD1, PX_PL1)}$

Hasil Ladder Diagram

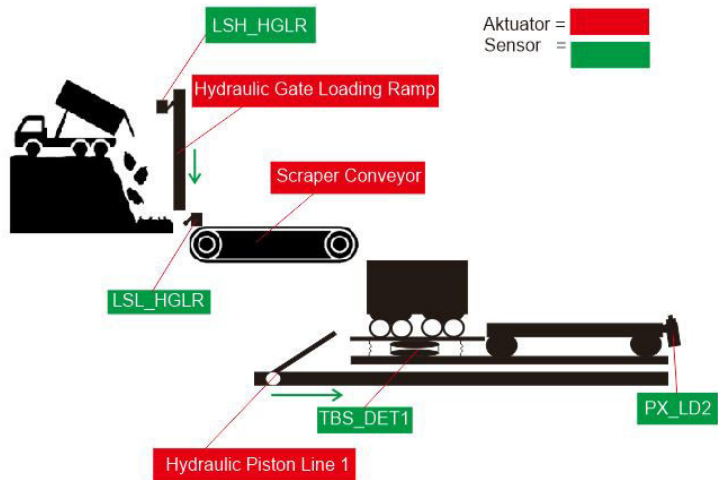
Setelah diberikan syarat perlu:



Perbandingan Relay untuk *Ladder* pada Tabel 3.11 adalah 19 Relay. Sementara untuk *Ladder* pada tabel 4.1 adalah 40 buah Relay. Kondisi ini menunjukan bahwa adanya proses penyederhanaan yang terjadi pada proses kontruksi *Ladder Diagram* pada *Crude Palm Oil Process* yang berkaitan dengan Metode Huffman.

4.2.2 HMI (*Human Machine Interface*) Proses CPO Sekuen 4-6

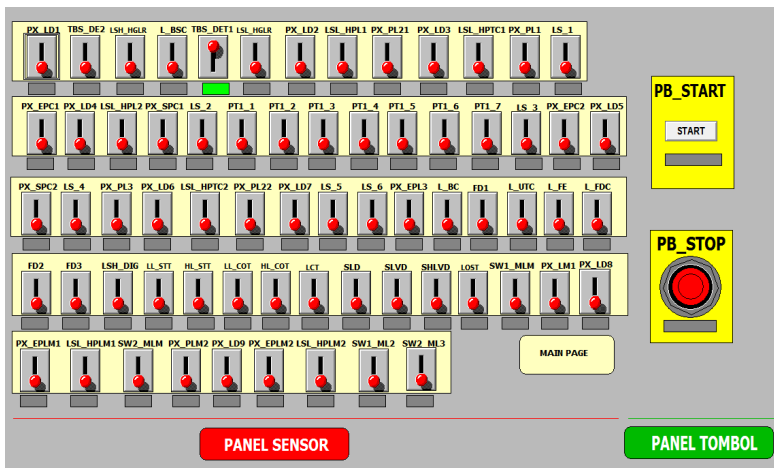
Pada tahap ini akan dilakukan proses simulasi menggunakan HMI. Bagian yang akan disimulasikan, meliputi sekuen 4 sampai 6 pada proses pengolahan buah kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit. Berikut adalah gambar proses sekuen 4 sampai 6.



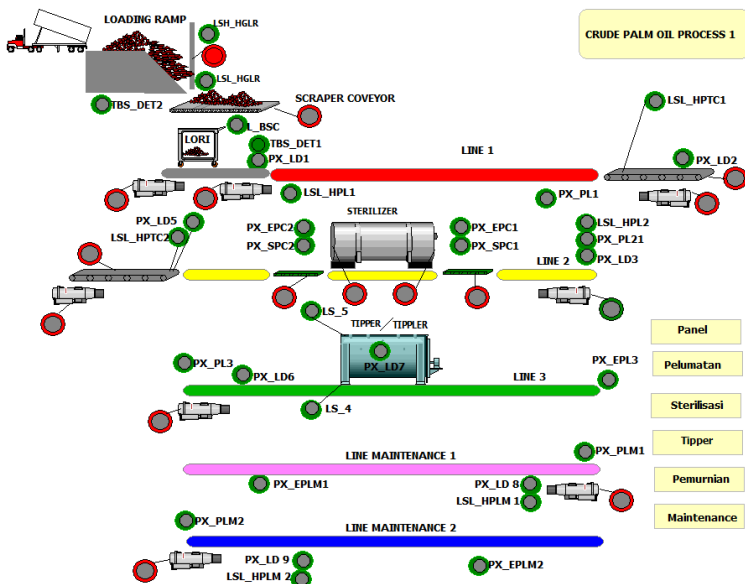
Gambar 4.7 Proses sekuen 4 sampai 6

Pertama-tama *Loading Ramp* dalam keadaan terbuka. Kemudian buah kelapa sawit akan jatuh menuju *Scraper Conveyor*. Setelah buah tersebut jatuh, maka sensor beban TBS_DET1 akan aktif. Aktifnya sensor beban TBS_DET1 akan menggerakkan pintu *loading ramp* menutup dan mengaktifkan *Limit Switch* LSL_HGLR. *Limit Switch* akan mengaktifkan hidrolik piston line 1, untuk mendorong lori menuju *Transfer Ciarriage 1*. *Lori Detector 2* atau PX_LD2 akan aktif dan menonaktifkan Hidrolik piston line 1.

Pada sekuen ke-4 sensor beban TBS_DET 1 akan aktif. Sensor tersebut akan mengaktifkan aktuator Hidrolik *Gate Loading Ramp* menutup. Kondisi Panel dan *Overview* sekuen ke-4 dari HMI dapat dilihat dari gambar 4.7 dan 4.8.

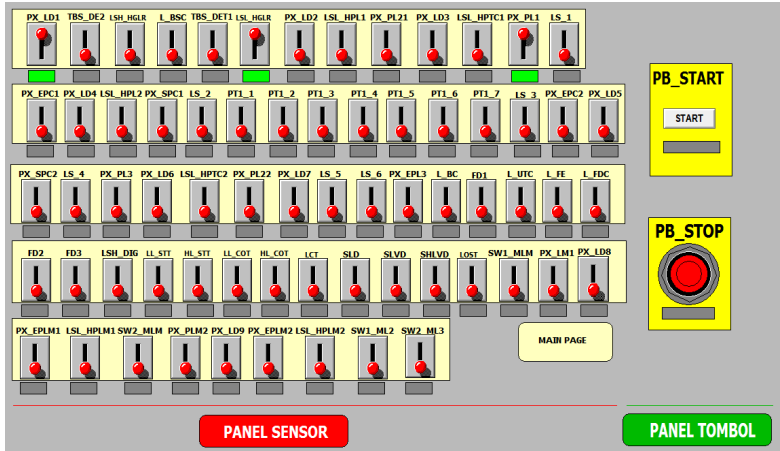


Gambar 4.8 Kondisi Panel sekuen ke-4

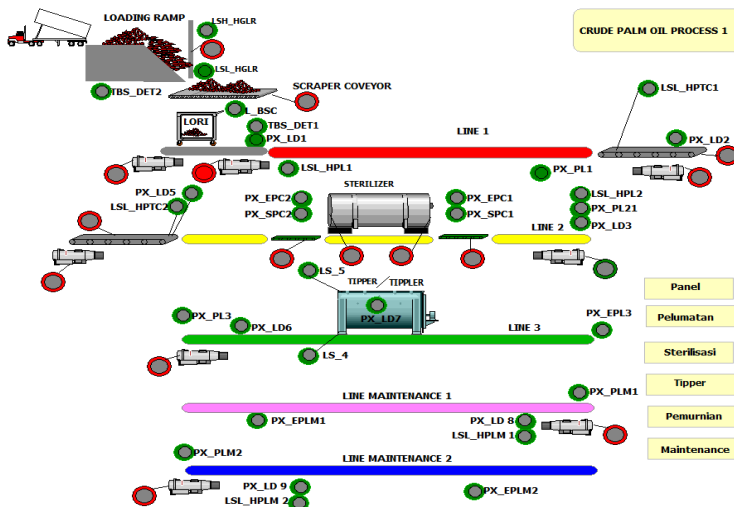


Gambar 4.9 Kondisi *Overview* sekuen ke-4

Pada sekuen ke-5 sensor LSL_HGLR akan aktif. Maka Hidrolik piston *line 1*, akan mEndorong lori menuju *Transfer Carriage 1*. Kondisi Panel dan *Overview* sekuen ke-5 dari HMI dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10.

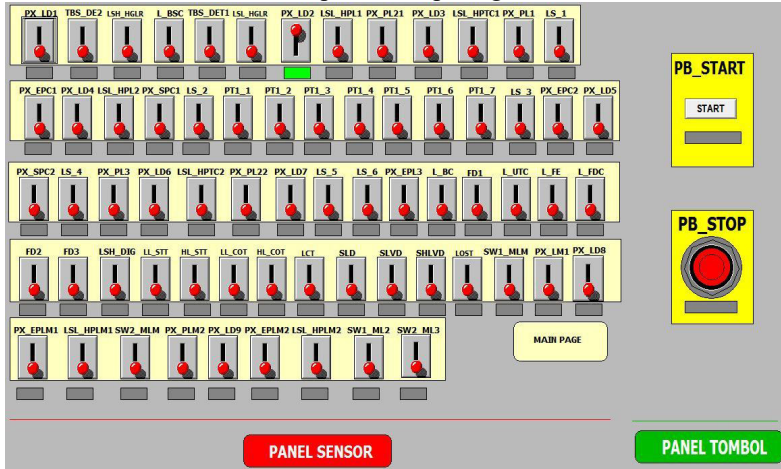


Gambar 4.10 Kondisi Panel sekuen ke-5

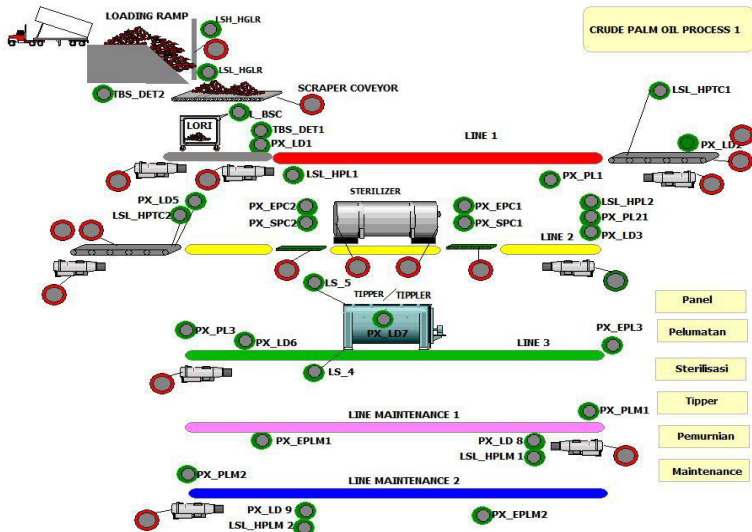


Gambar 4.11 Kondisi *Overview* sekuen ke-5

Pada sekuen ke-6 sensor PX_LD2 akan aktif. Maka Hidrolik piston *line 1*, akan nonaktif dan kembali keposisi awal. Kondisi Panel dan *Overview* sekuen ke-6 dari HMI dapat dilihat pada gambar 4.11 dan 4.12.



Gambar 4.12 Kondisi Panel sekuen ke-6



Gambar 4.13 Kondisi *Overview* sekuen ke-6

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Proses pembuatan Konstruksi *Diagram Ladder* dengan Metode Huffman untuk *Crude Palm Oil Process* menghasilkan kesimpulan :

1. Hasil Relay yang telah diproses oleh metode Huffman, mampu bekerja sesuai dengan sekuen yang telah direncanakan. Hal itu telah dibuktikan dengan HMI pada BAB 4.
2. Setelah dilakukan analisa, Metode Huffman mampu menghasilkan *Ladder Diagram* yang sederhana pada *Crude Palm Oil Process*. Hal itu dibuktikan karena adanya proses penyederhanaan Relay yang telah dijelaskan pada BAB 4.
3. Hasil program *Ladder* yang didapatkan memiliki besaran total data 23 KB. 5 KB untuk .opt, 9 KB untuk .bak dan 9 KB untuk .exp.
4. Hasil program *Ladder* yang didapatkan memiliki besaran total *relay* sebanyak 1143, rung 191, dan *Timer* 10 .

5.2 Saran

1. Sebaiknya ada Perangkat keras yang bisa digunakan untuk mendemonstrasikan proses kerja dari Program *Ladder* yang mendekati realistik.
2. Sebaiknya PLC yang digunakan memiliki keluaran yang cukup untuk *Crude Palm Oil Process*.
3. Lebih baik jika proses nyala sensor dapat menggunakan sensor sungguhan (tidak menggunakan *Switch*).

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

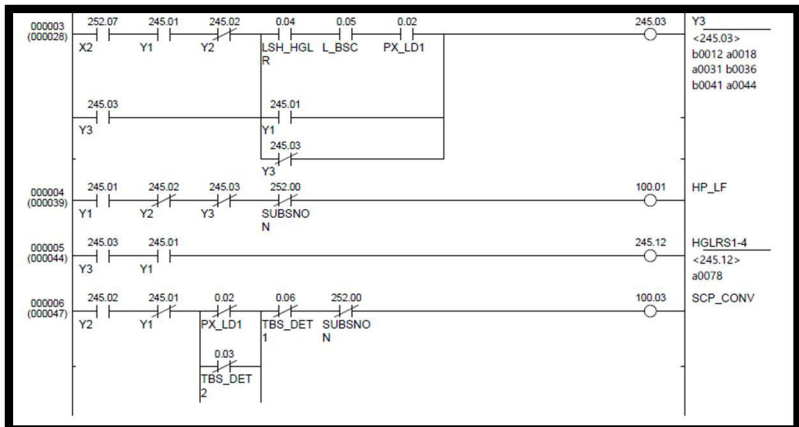
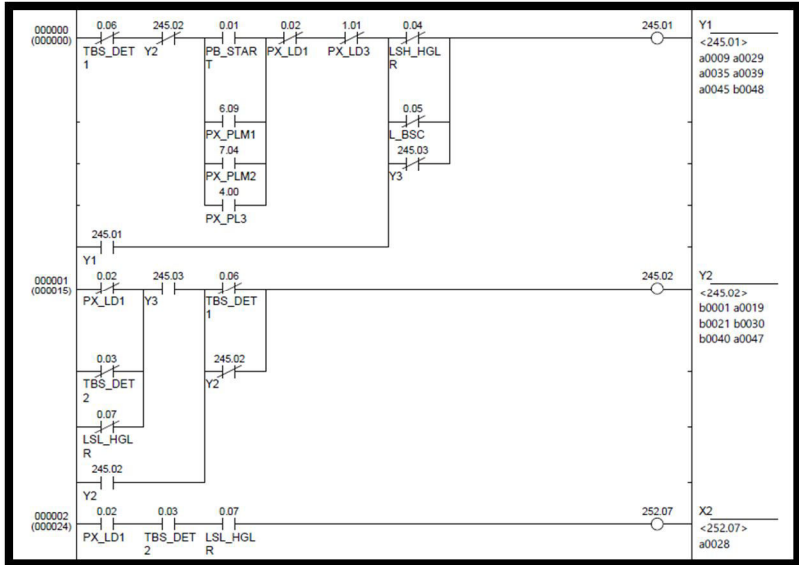
DAFTAR PUSTAKA

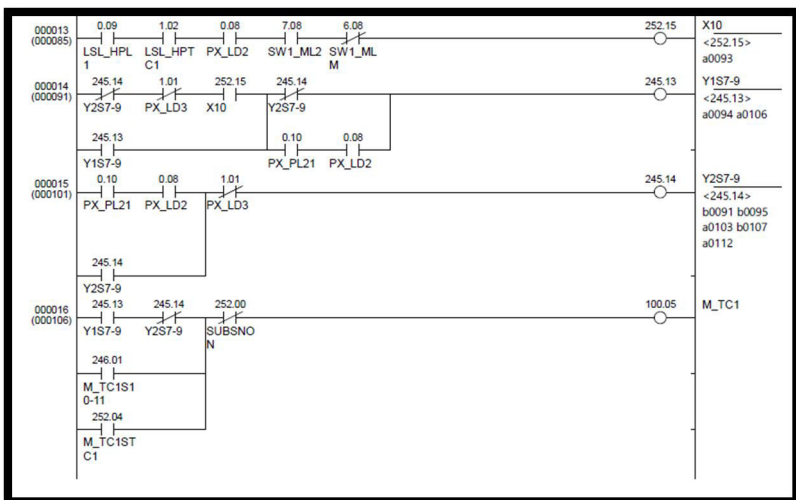
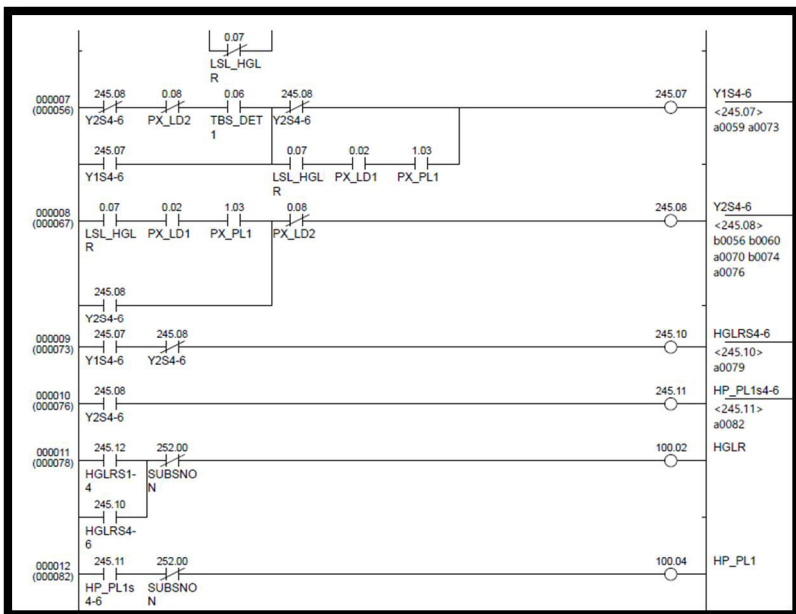
- [1] Afianto, & Purwanto, A. (2016). PERANCANGAN MESIN DIGESTER BUAH KELAPA SAWIT KAPASITAS 5.000 LITER. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, (hal. 506). Yogyakarta.
- [2] Gupta, M. K. (2017). *Practical Guide to Vegetable Oil Processing*. London: Nikki Levy.
- [3] *HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)*. (t.thn.). Elektro ITS.
- [4] ITPC (Indonesian Trade Promotion Center). (2013). *KELAPA SAWIT DAN OLAHANYA*. Hamburg.
- [5] Josaphat. (1993). *CQM1 Programmable Controllers*. Omron.
- [6] Kuphaldt, T. R. (2007). *Lessons In Electric Circuits, Volume IV – Digital*. Design Science License.
- [7] M.E.Fayed, T. S. (1996). *Mechanical Conveyors Selection and Operation*. Holland: Technomic.
- [8] *Palm Oil Mill*. (2018, Juni 1). Diambil kembali dari <http://www.palmoilmills.org>:
<http://www.palmoilmills.org/products/palm-oil-mill-plant/threshing-station.html>
- [9] Paoli, G. D., Gillespie, P., Wells, P. L., Hovani, L., Sileum, A., Franklin, N., & Schweithelm, J. (2011). *OIL PALM IN INDONESIA*. Jakarta: The Nature Conservancy Indonesia Program.
- [10] W.Pessen, D. (1989). *Industrial Automation: Circuit Design and Component*.
- [11] ZHENGZHOUQI'E GRAIN AND OIL MACHINER CO.,LTD. (2018, 6 22). Diambil kembali dari qiemach.com.

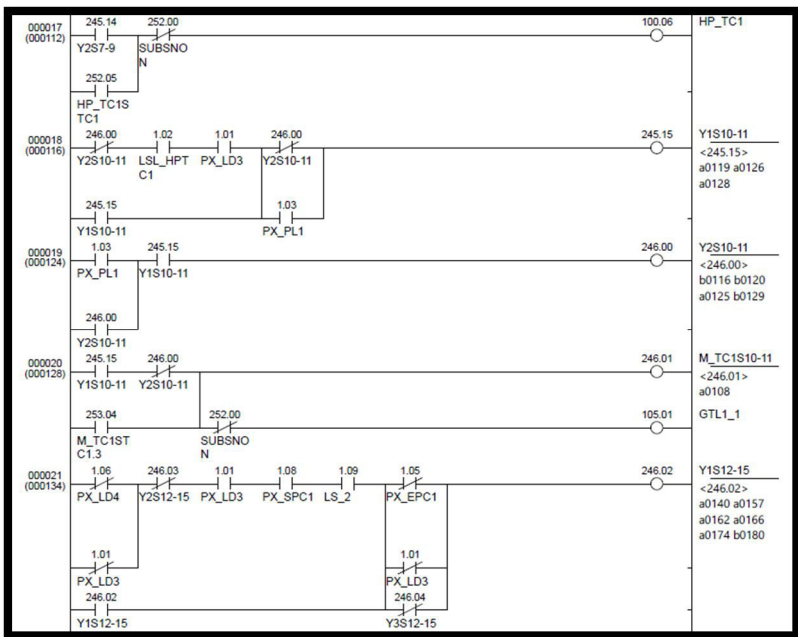
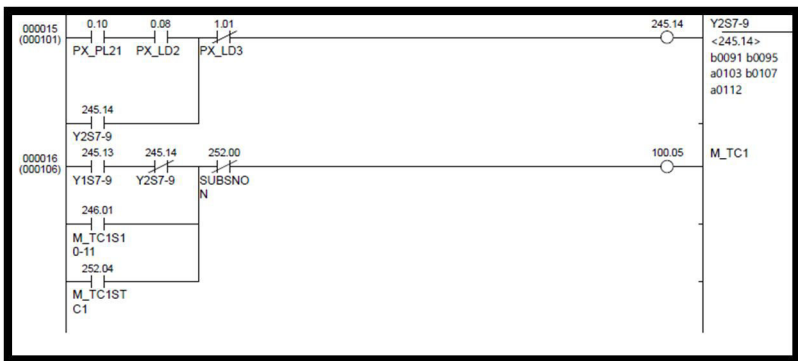
[Halaman ini sengaja dikosongkan]

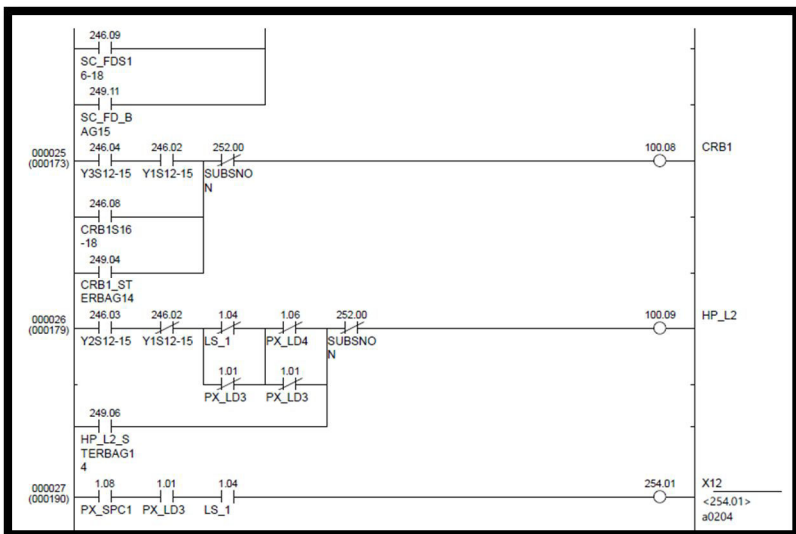
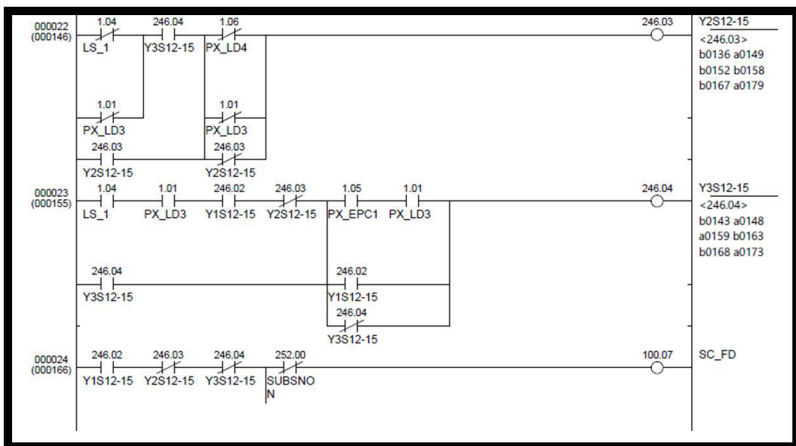
LAMPIRAN

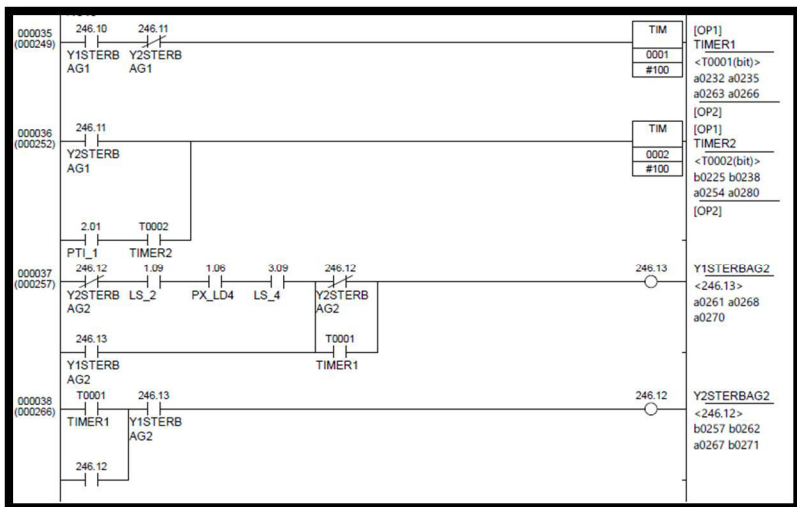
A. Ladder Diagram

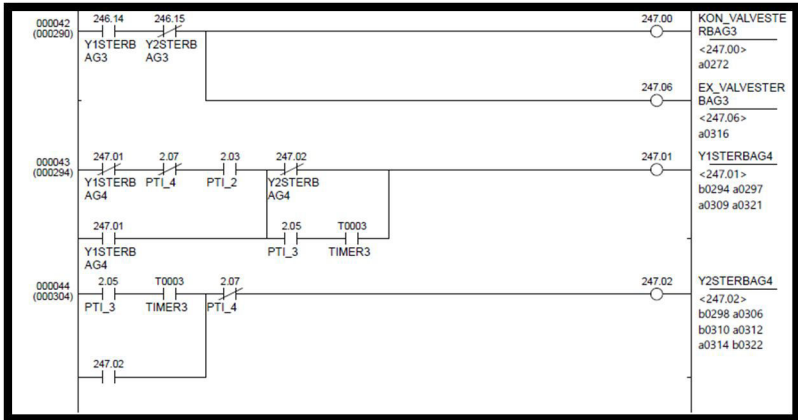
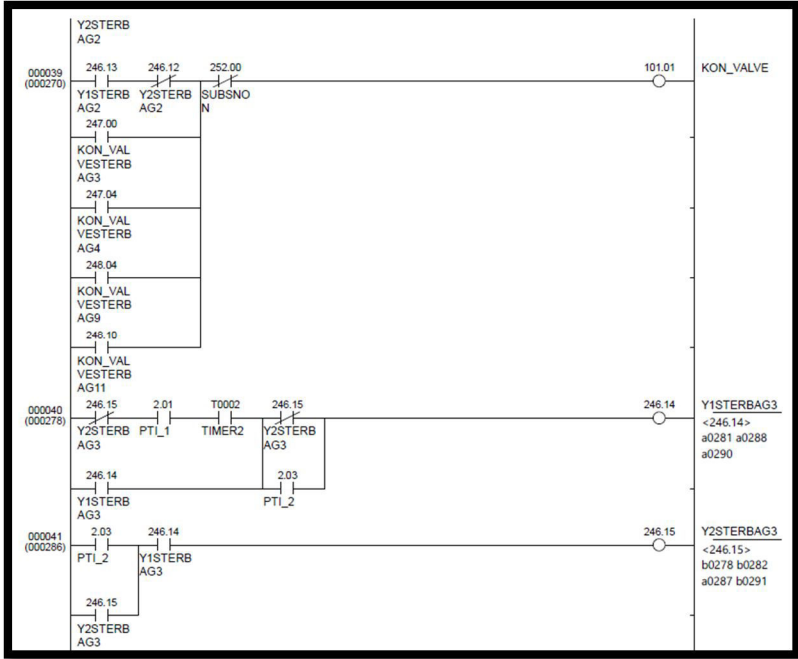


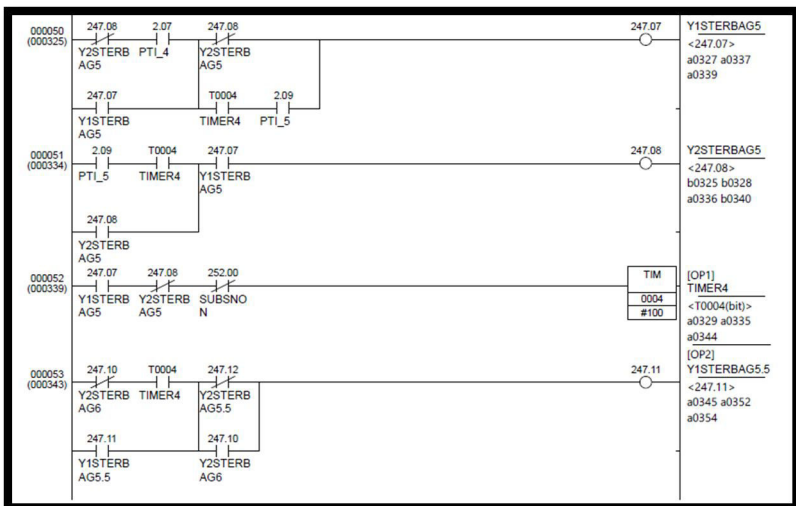
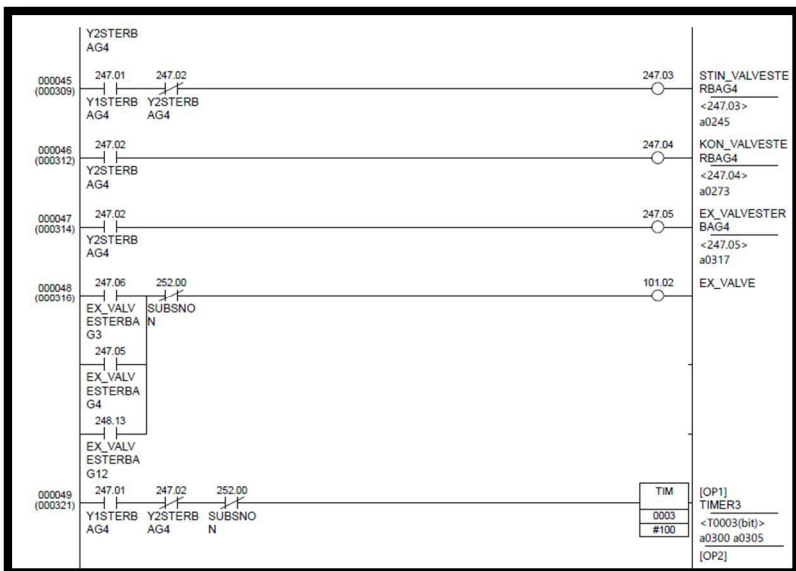


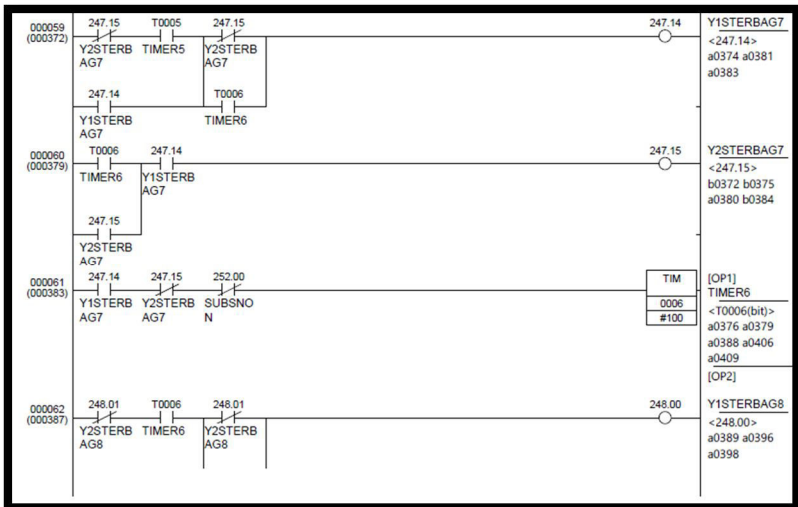
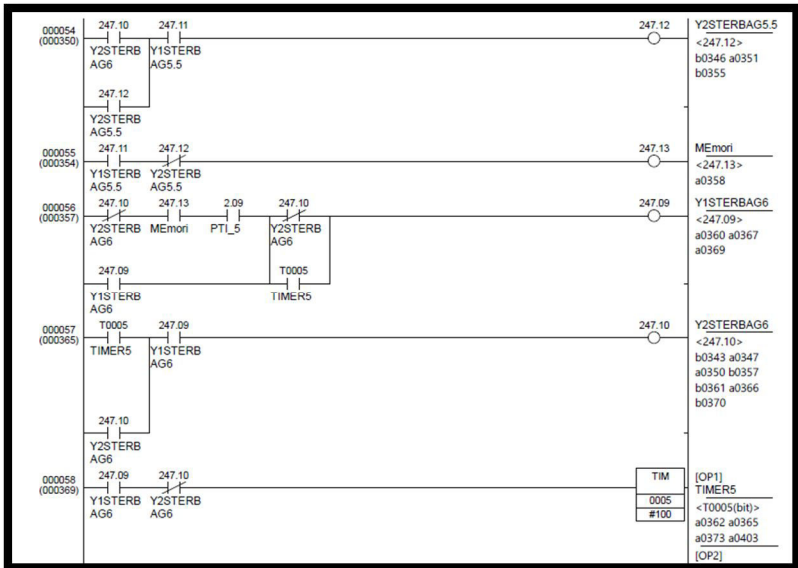


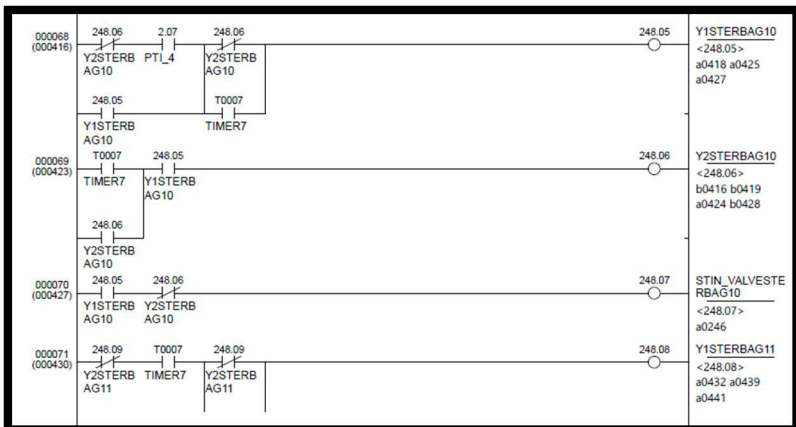
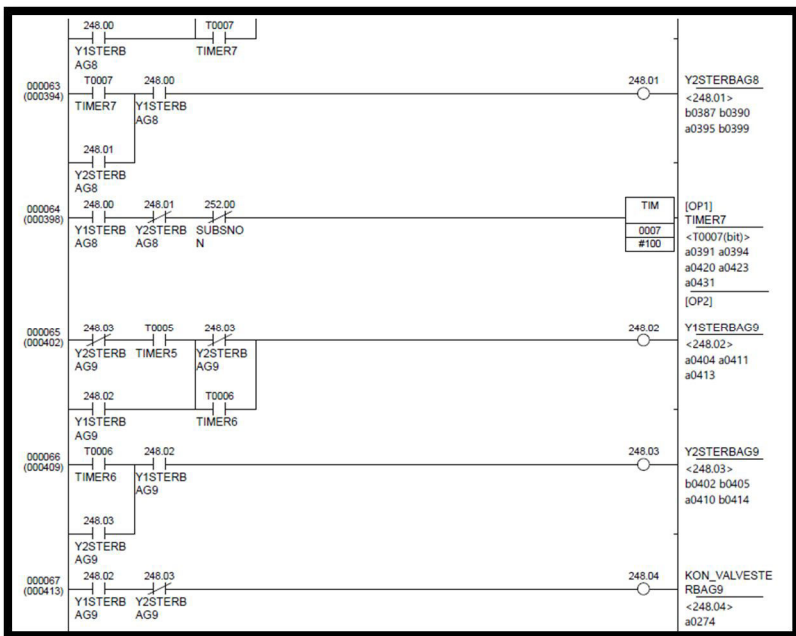


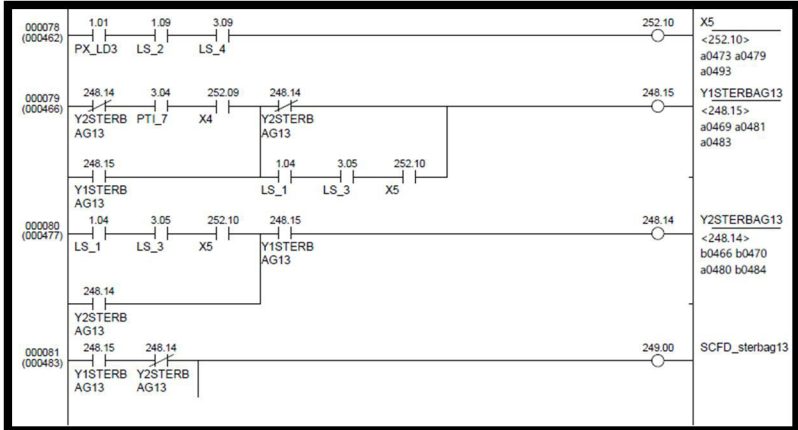
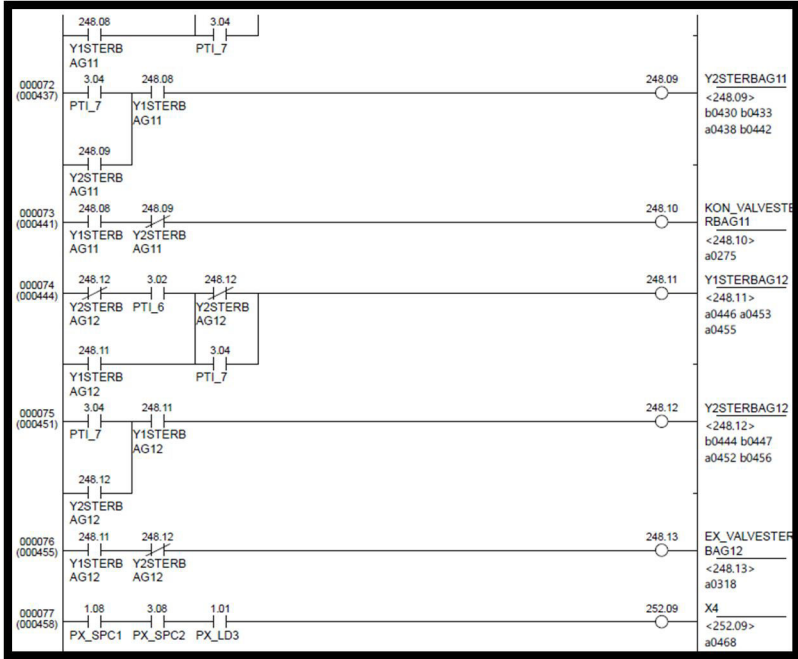


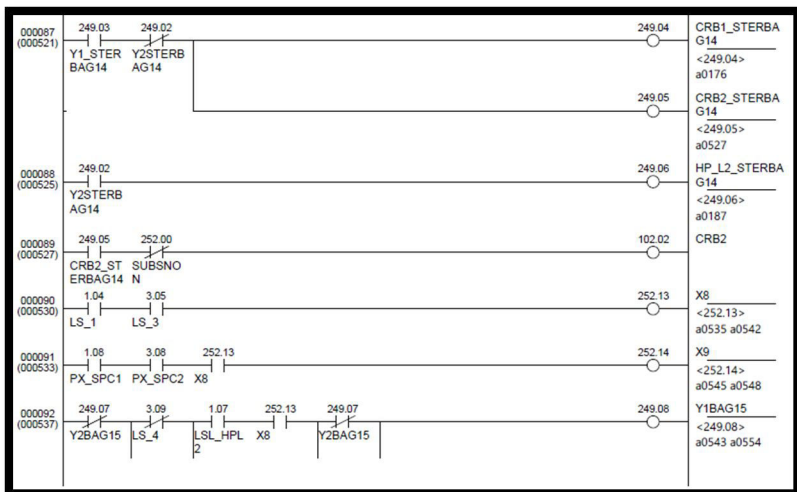
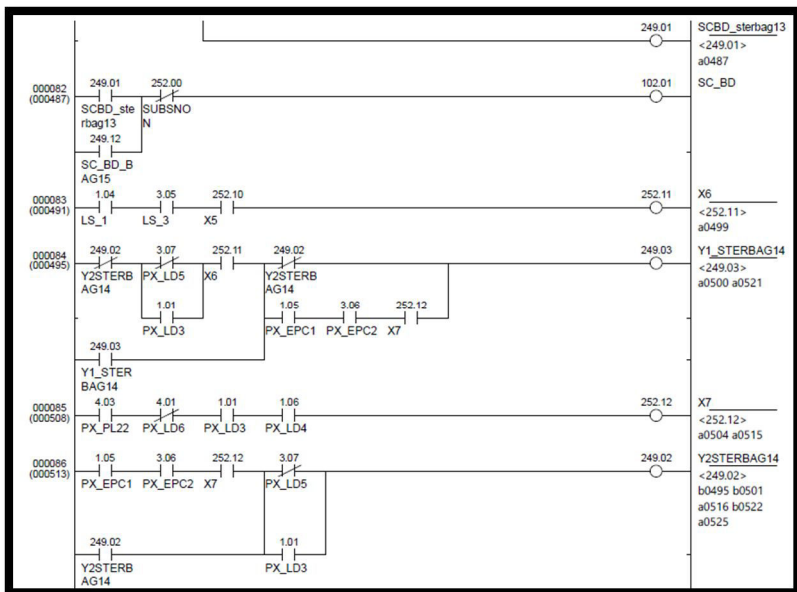


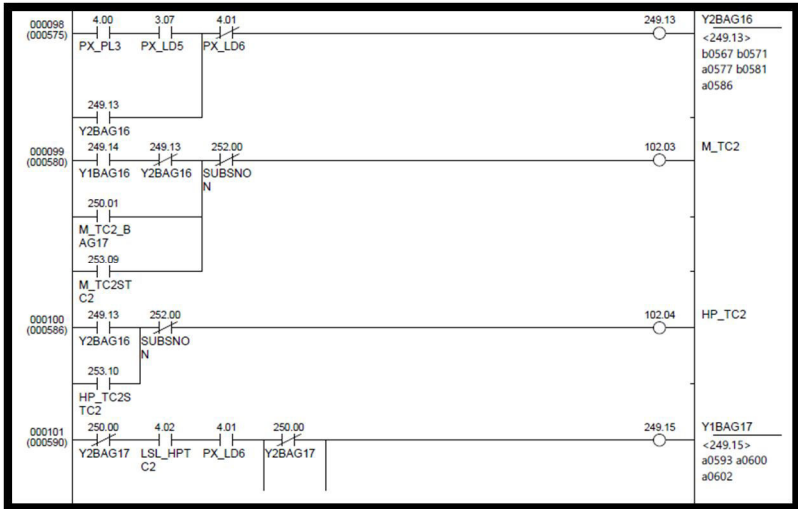
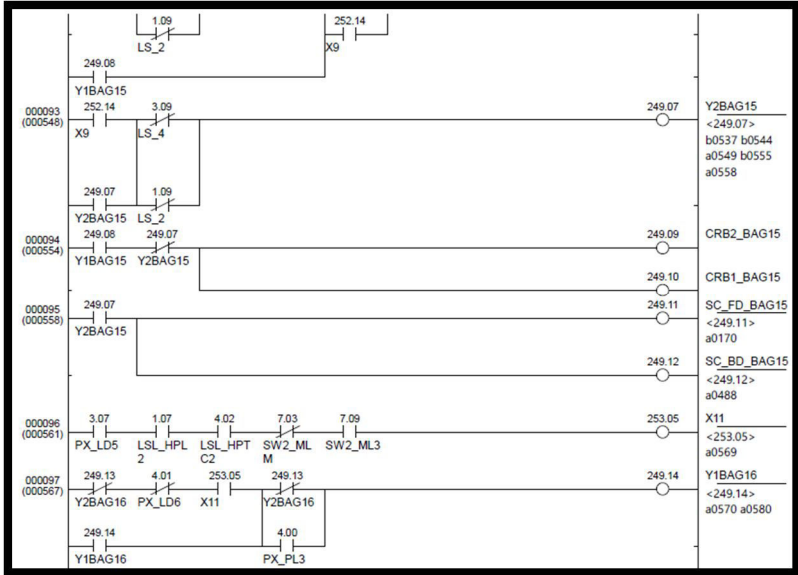


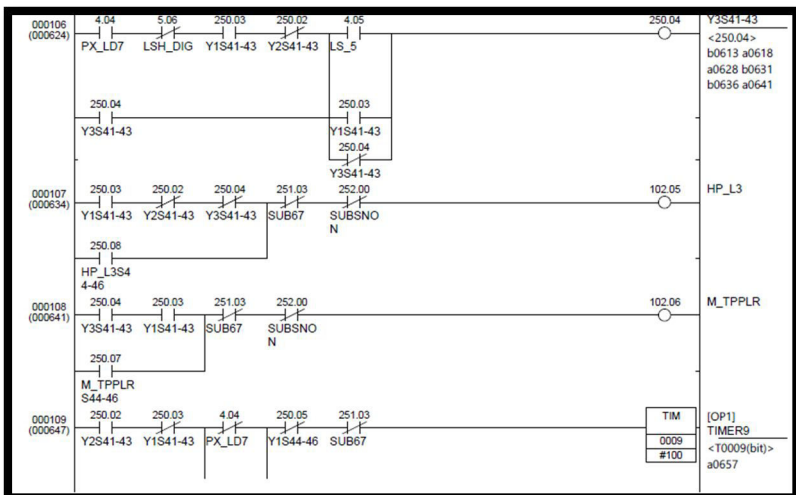
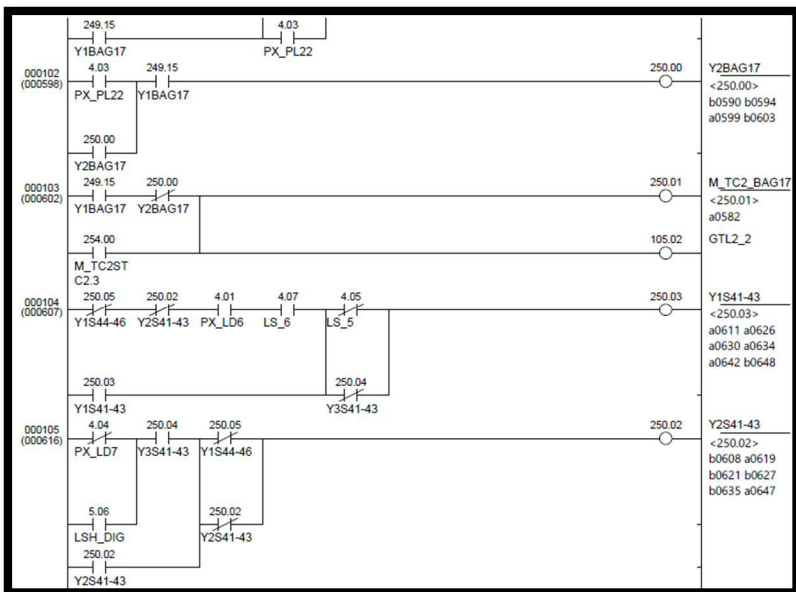


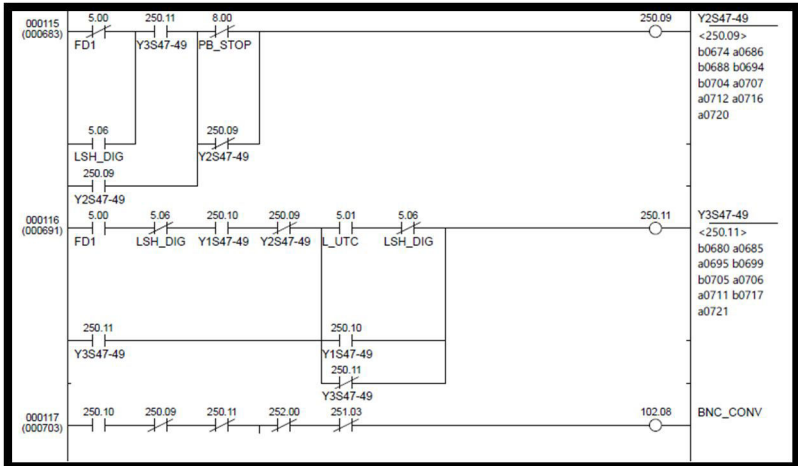
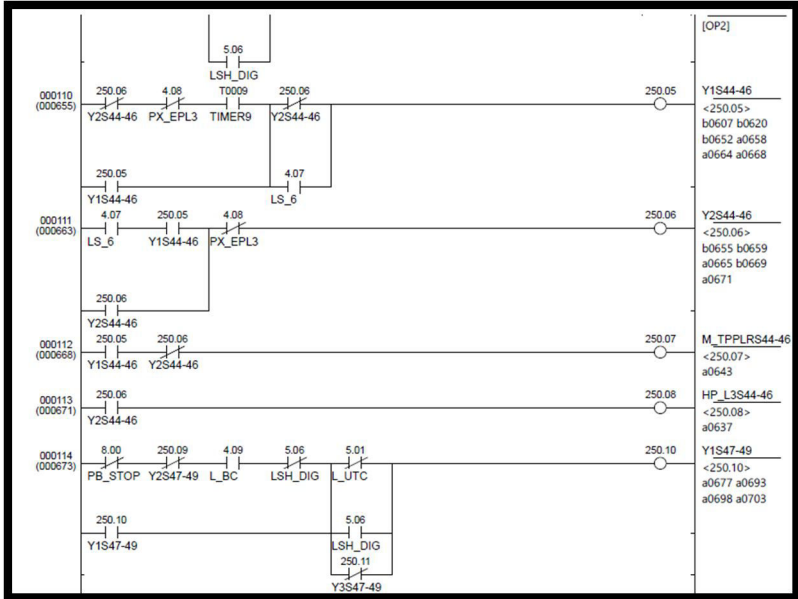


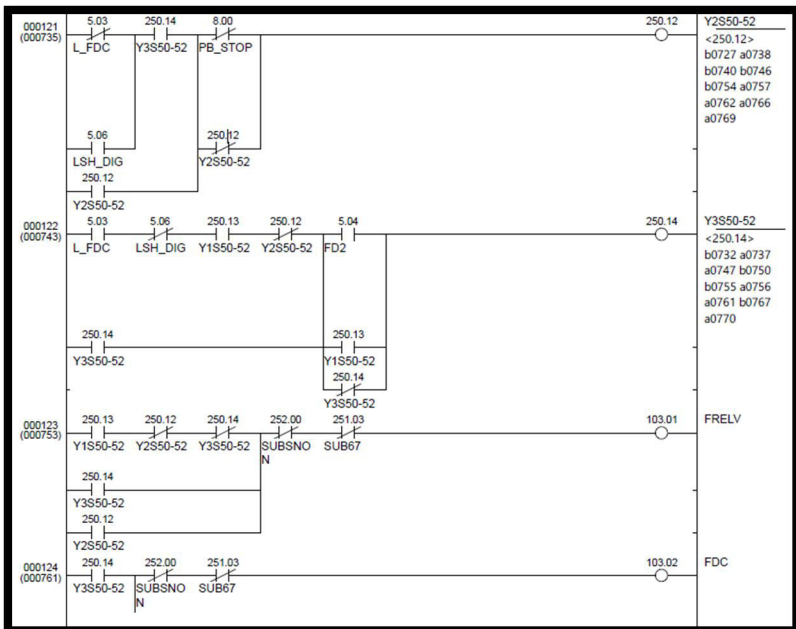
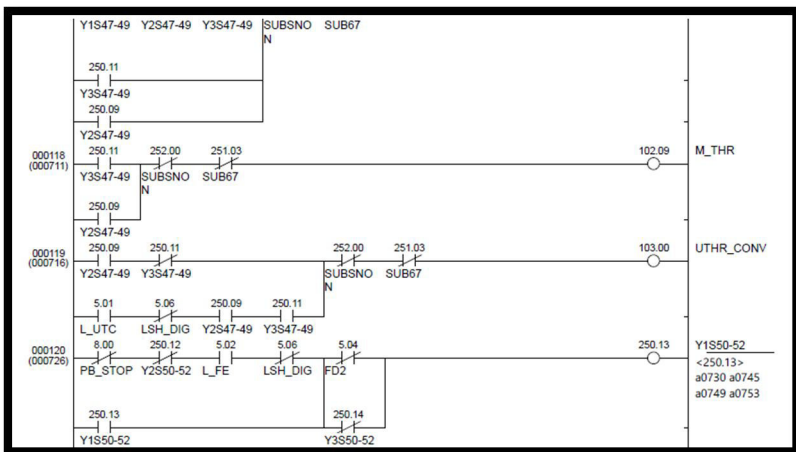


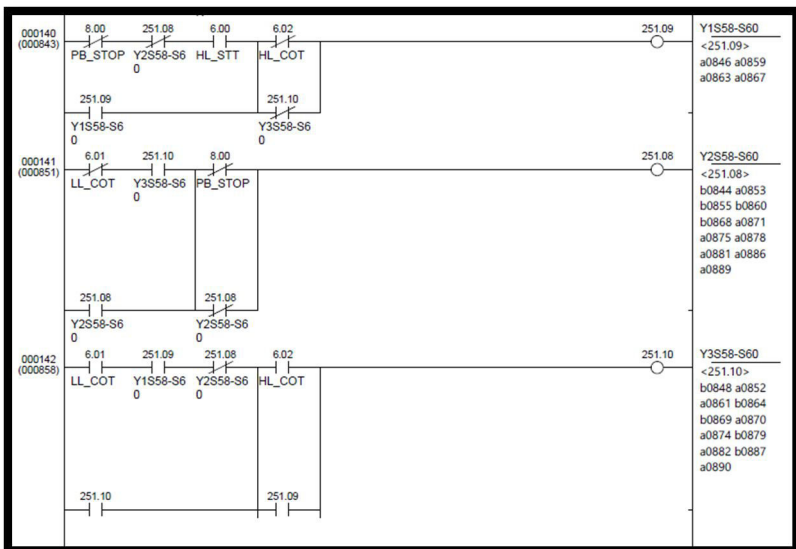
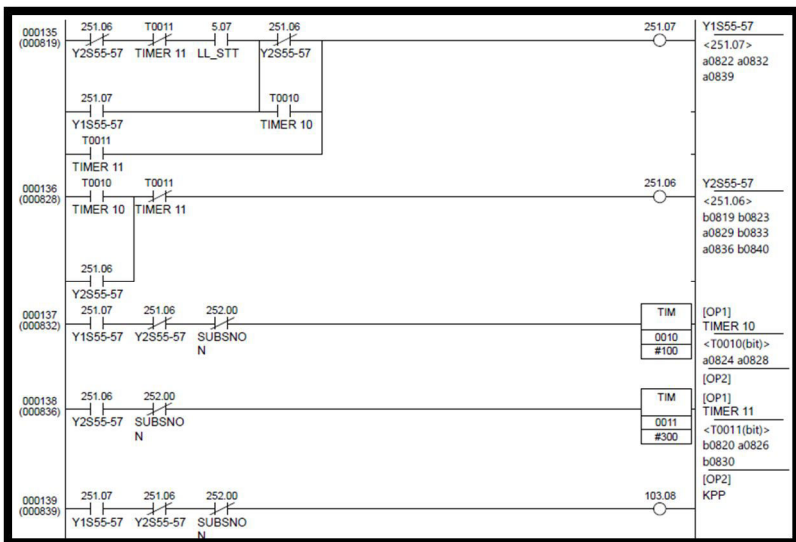


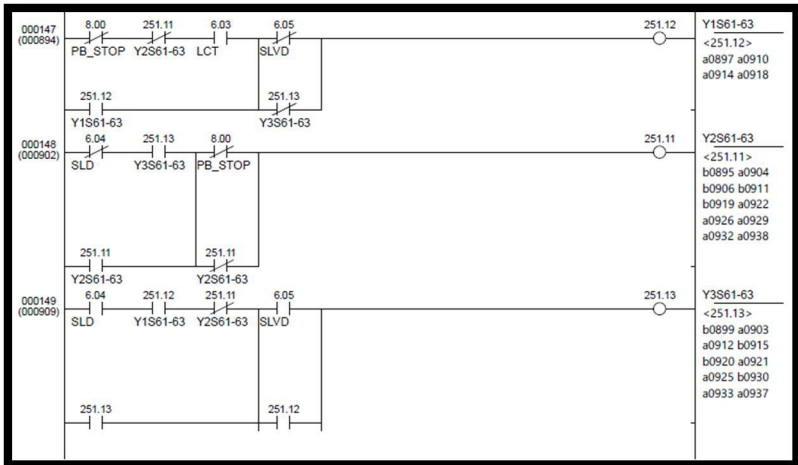
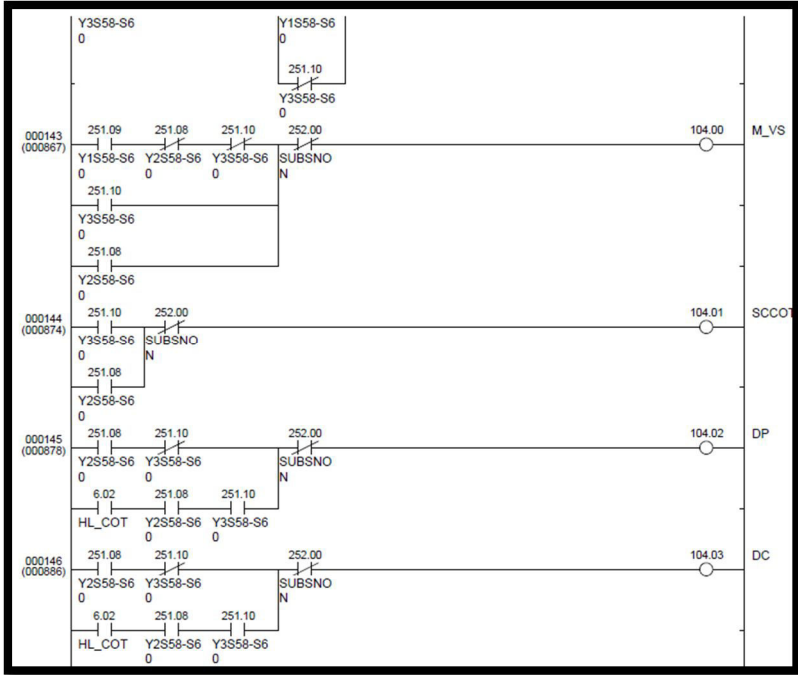


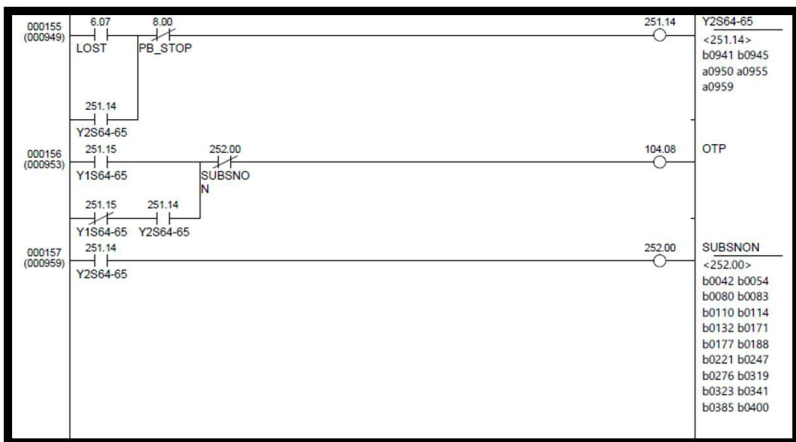
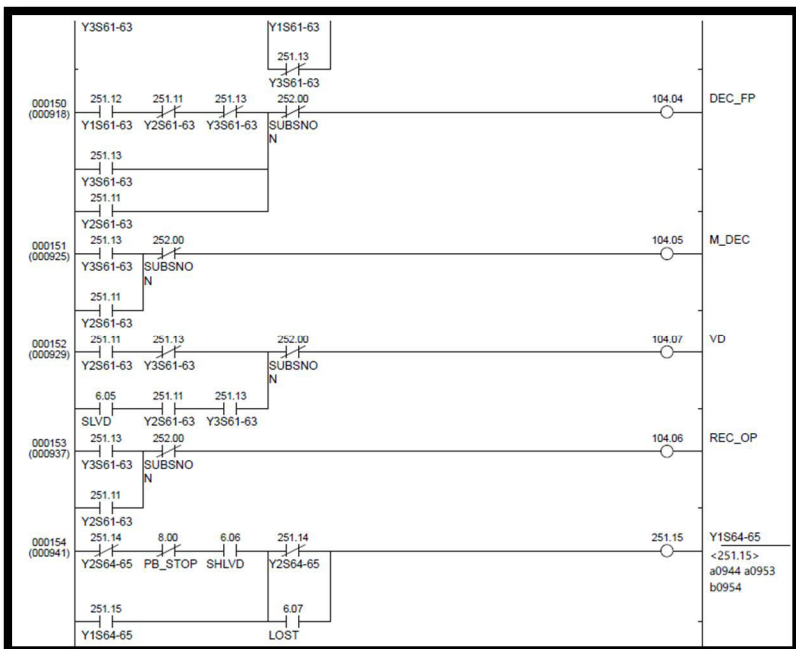


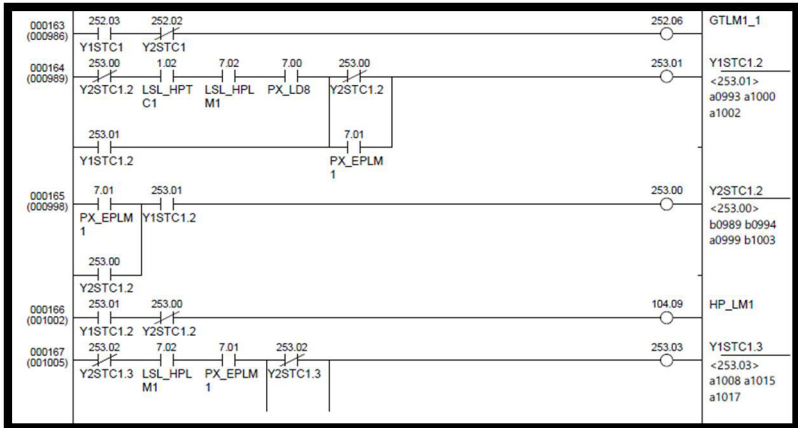
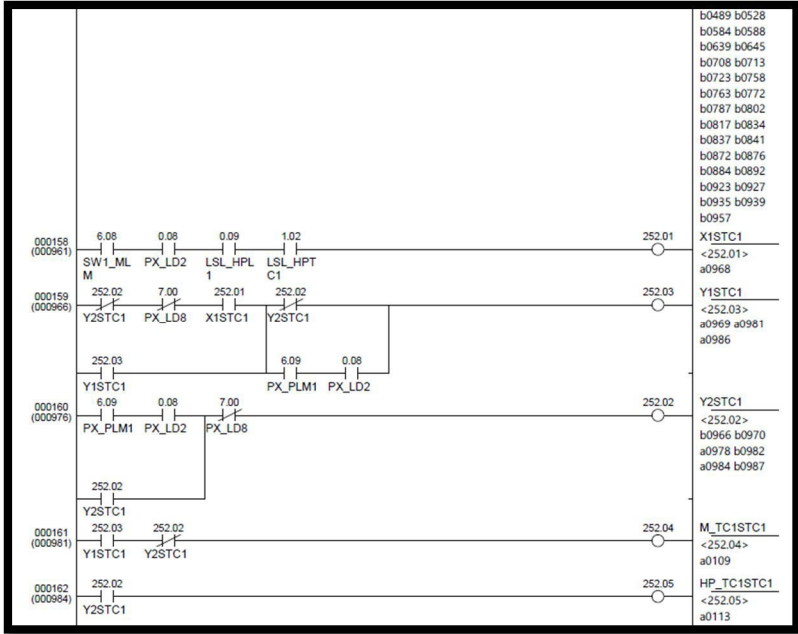


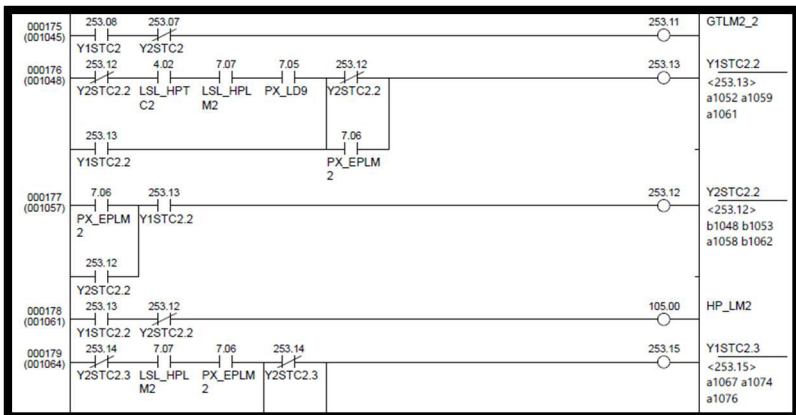
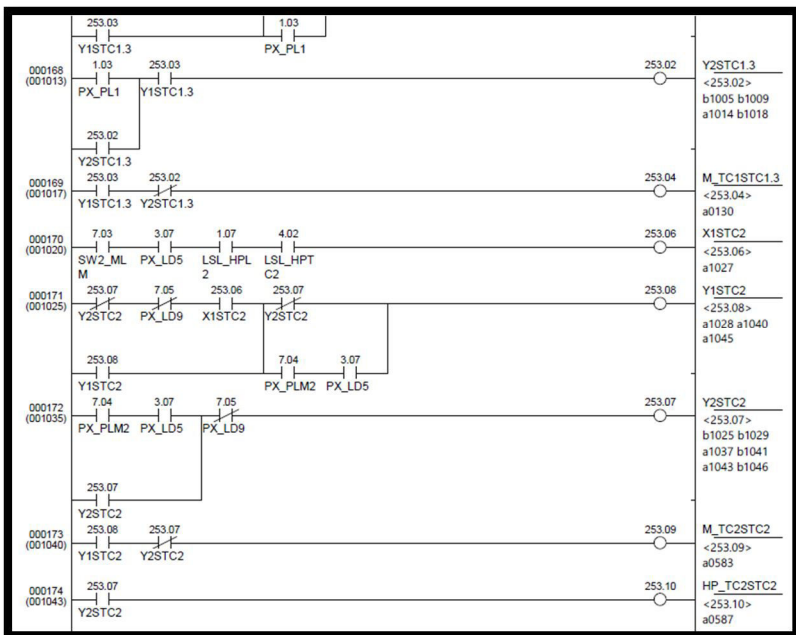


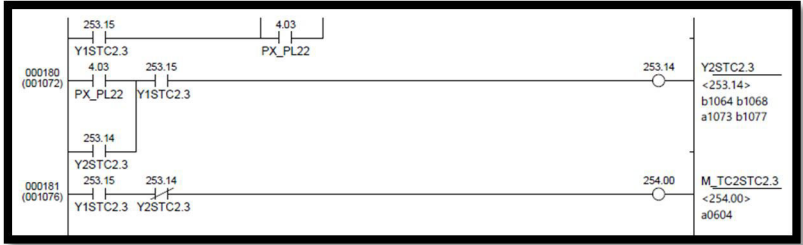






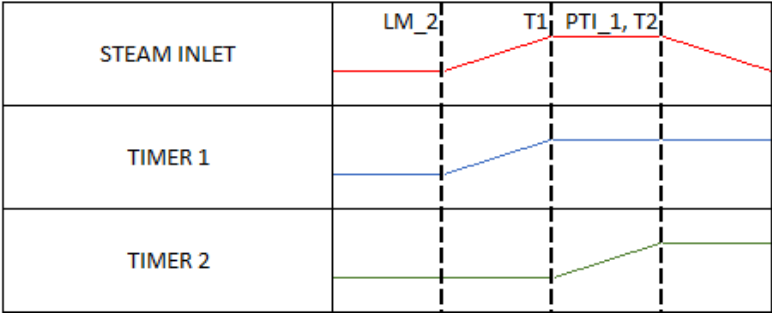






B. Perancangan Keseluruhan

BAGIAN 7



Flow Tabel

STATE	(T1) (PTI_1,T2)				STEAM INLET	TIMER 1	TIMER 2
	0 0	0 1	1 1	1 0			
STIN_VALVE ON, TIMER1 ON, TIMER2 OFF	①	-	-	2	1	1	0
STIN_VALVE ON, TIMER1 OFF, TIMER2 ON	3	-	-	②	1	0	1
STIN_VALVE ON, TIMER1 OFF, TIMER2 ON	③	4	-	-	1	0	1
STIN_VALVE OFF, TIMER1 OFF, TIMER2 ON	1	④	-	-	0	0	1

K-Map Flip-Flop

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	-
1 1	0	-	-	-
0 1	0	0	-	-
0 0	1	0	-	-

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot (\overline{PTI_1}, T2) \cdot LM_2 + y1) \cdot (\overline{y2} + T1)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (T1 + y2) \cdot (\overline{PTI_1}, T2)$$

K-Map Output

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	0	-	-

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	0
0 1	0	-	-	-
0 0	0	0	-	-

(T1) (PTI_1,T2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	1	-	-

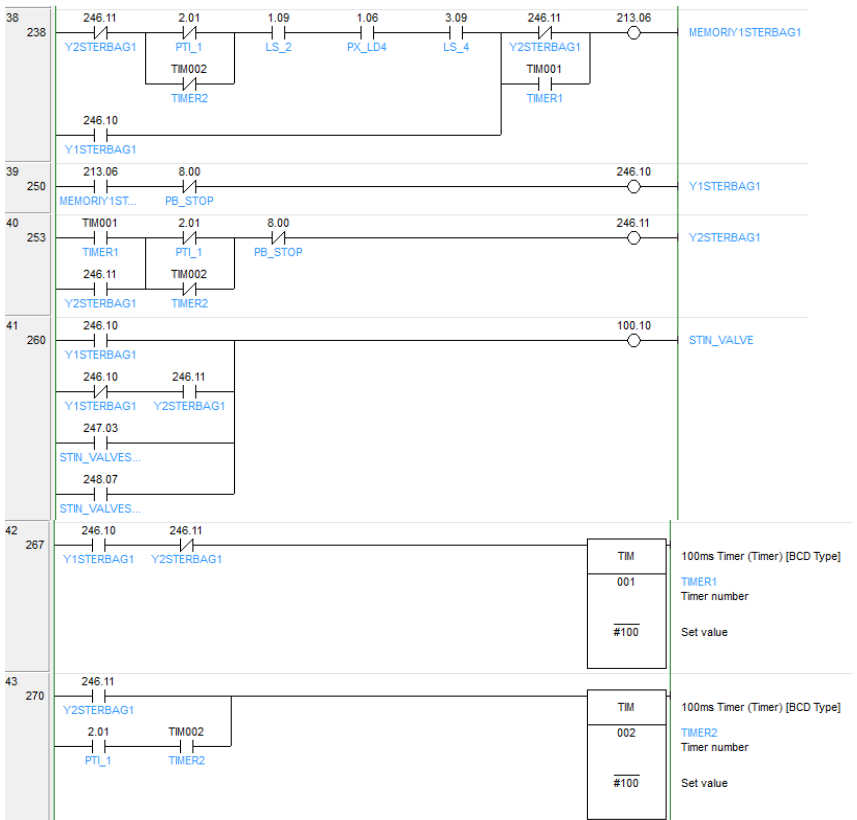
Persamaan K-map Output

$$\text{STIN VALVE} = y1 + \overline{y1} \cdot y2$$

$$\text{TIMER1} = y1 \cdot \overline{y2}$$

$$\text{TIMER2} = y2 + (\text{PTI_1}, T2)$$

Program Ladder Syarat Perlu



BAGIAN 8



Flow Tabel

STATE	T1		KONDENSAT VALVE
	0	1	
KON_VALVE ON	①	2	1
KON_VALVE OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		T1	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		T1	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		T1	
y1	y2	0	1
	1 0	0	1
	1 1	-	-
	0 1	0	-
	0 0	0	-

		T1	
y1	y2	0	1
	1 0	-	0
	1 1	0	0
	0 1	1	-
	0 0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot LS_2 + y1) \cdot (\overline{y2} + T1)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (T1 + y2) \cdot y1$$

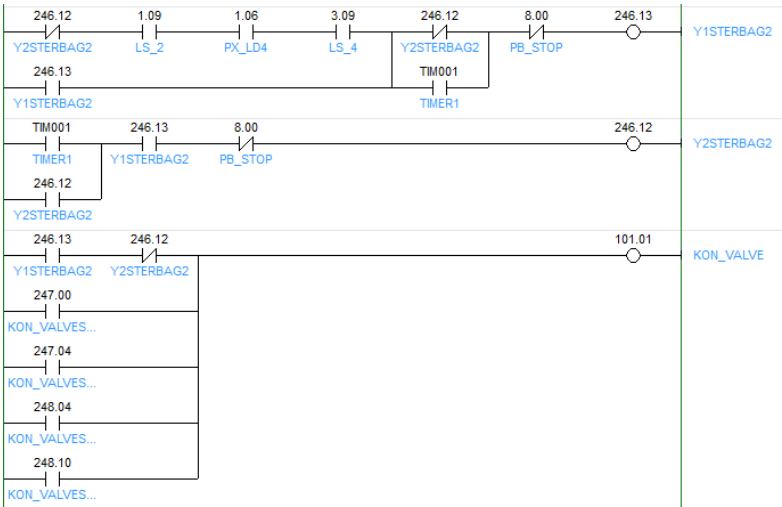
K-Map Output

		T1	
y1	y2	0	1
	1 0	1	-
	1 1	-	0
	0 1	A1	-
	0 0	A2	-

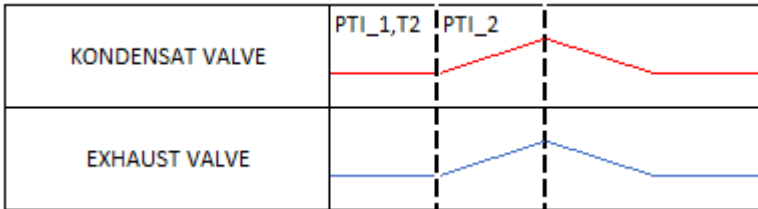
Persamaan K-map *Output*

$$KON_VALVE= y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



BAGIAN 9



Flow Tabel

state	PTI_2		(KONDENSAT VALVE, EXHAUST VALVE)
	0	1	
(KON_VALVE, EX_VALVE) ON	①	2	1
(KON_VALVE, EX_VALVE) OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PTI_2	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		PTI_2	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		PTI_2	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PTI_2	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot (PV_1, T2) + y1) \cdot (\overline{y2} + PV_2)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (PV_2 + y2) \cdot y1$$

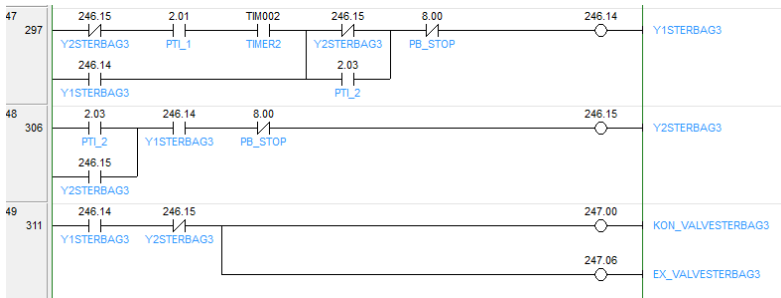
K-Map Output

		PTI_2	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

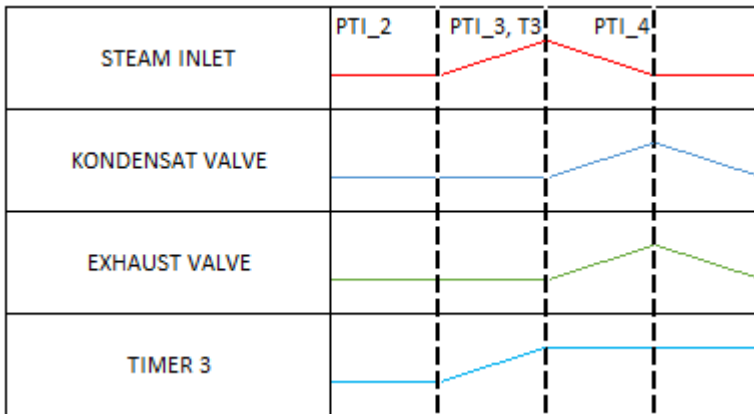
Persamaan K-map Output

$$(KON_VALVE, EX_VALVE) = y1.\overline{y2}$$

Program Ladder



BAGIAN 10



Flow Tabel

state	(PTI_3,T3) (PTI_4)				STEAM INLET	KONDEN SAT	EXHAUST	TIMER 3
	00	01	11	10				
STIN_VALVE ON, KON_VALVE OFF, EX_VALVE OFF, TIMER 3 ON	①	-	-	2	1	0	0	1
STIN_VALVE OFF, KON_VALVE ON, EX_VALVE ON, TIMER 3 ON	3	-	-	②	0	1	1	0
STIN_VALVE OFF, KON_VALVE ON, EX_VALVE ON, TIMER 3 OFF	③	4	-	-	0	1	1	0
STIN_VALVE OFF, KON_VALVE OFF, EX_VALVE OFF, TIMER 3 OFF	1	④	-	-	0	0	0	0

K-Map Flip-Flop

(PTI_3,T3) (PTI_4)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	-
1 1	0	-	-	-
0 1	0	0	-	-
0 0	1	0	-	-

(PTI_3,T3) (PTI_4)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

(PTI_3,T3) (PTI_4)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

(PTI_3,T3) (PTI_4)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = \overline{(s1 + y1) \cdot \overline{R1}}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot (\overline{PTI_4}) \cdot PTI_2 + y1) \cdot (\overline{y2} + (PTI_3, T3))$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = ((PTI_3, T3) + y2) \cdot (\overline{PTI_4})$$

K-Map Output

	(PTI_3,T3) (PTI_4)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	0
0 1	0	-	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PTI_3,T3) (PTI_4)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PTI_3,T3) (PTI_4)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PTI_3,T3) (PTI_4)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	0
0 1	0	-	-	-
0 0	0	0	-	-

Persamaan K-map Output

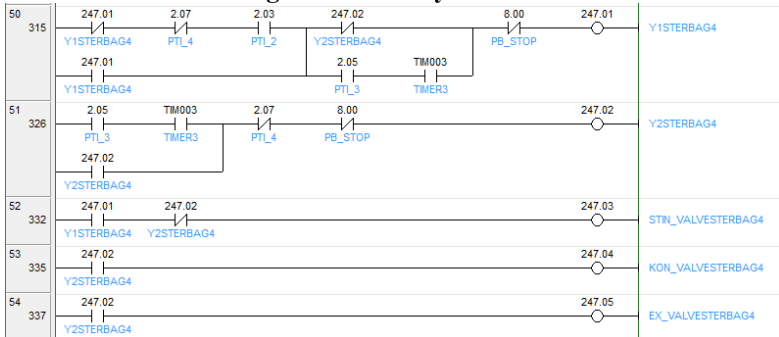
$$STIN_VALVE = y1\overline{y2}$$

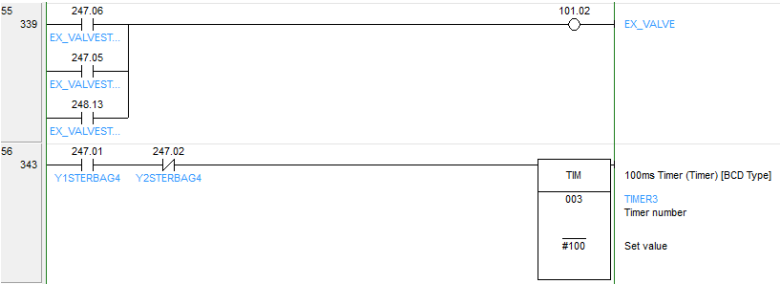
$$KON_VALVE = y2$$

$$EX_VALVE = y2$$

$$TIMER\ 3 = y1\overline{y2}$$

Program Ladder Syarat Perlu





BAGIAN 10



Flow Tabel

state	(PTI_5,T4)		TIMER4
	0	1	
TIMER4 ON	①	2	1
TIMER4 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

(PTI_5,T4)

y1 y2	0	1
1 0	-	-
1 1	0	-
0 1	0	-
0 0	1	-

(PTI_5,T4)

y1 y2	0	1
1 0	0	0
1 1	1	0
0 1	-	-
0 0	0	-

		(PTI_5,T4)	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		(PTI_5,T4)	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot PTI_4 + y1) \cdot (\overline{y2} + (PTI_5, T4))$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = ((PTI_5, T4) + y2) \cdot y1$$

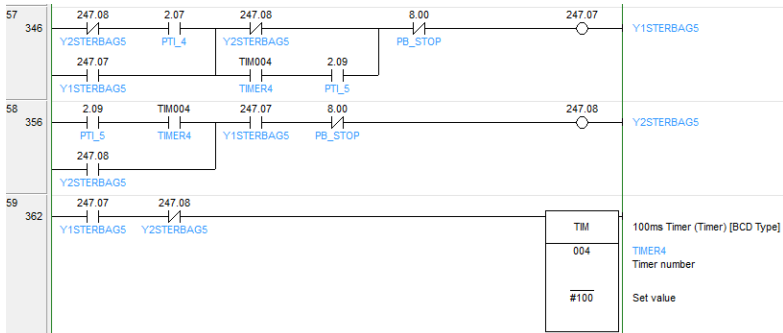
K-Map Output

		(PTI_5,T4)	
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

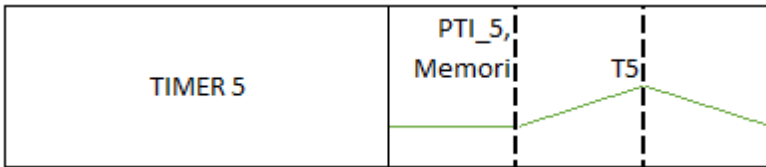
Persamaan K-map *Output*

$$TIMER4 = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder*



BAGIAN 11



Flow Tabel

STATE	T5		TIMERS
	0	1	
TIMERS ON	①	2	1
TIMERS OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		T5	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-
	0 0	1	-

		T5	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-
	0 0	0	-

		T5	
y1	y2	0	1
		0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		T5	
y1	y2	0	1
		-	0
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}.(PTI_5, Memori) + y1).(\overline{y2} + T5)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (T5 + y2). y1$$

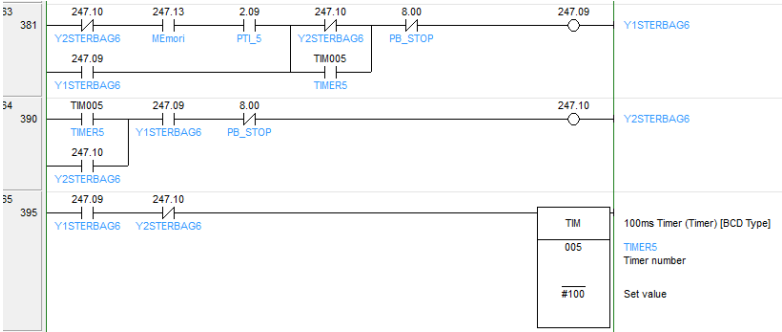
K-Map Output

		T5	
y1	y2	0	1
		1	-
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

Persamaan K-map *Output*

$TIMER\ 5 = y1.\overline{y2}$

Program *Ladder*



BAGIAN 12



Flow Tabel

state	Y2STERBAG6		TIMERS
	0	1	
MEMORY ON	①	2	1
MEMORY OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

Y2STERBAG6

y1 y2	0	1
1 0	-	-
1 1	0	-
0 1	0	-
0 0	1	-

Y2STERBAG6

y1 y2	0	1
1 0	0	0
1 1	1	0
0 1	-	-
0 0	0	-

		Y2STERBAG6	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		Y2STERBAG6	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) . \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} . T4 + y1) . (\overline{y2} + Y2STERBAG6)$$

$$y2 = (s2 + y2) . \overline{R2}$$

$$y2 = (Y2STERBAG6 + y2) . y1$$

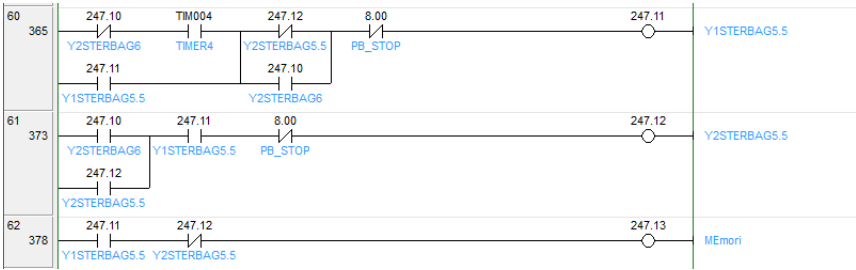
K-Map Output

		Y2STERBAG6	
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

Persamaan K-map *Output*

MEMORY = $y1.\overline{y2}$

Program *Ladder*



BAGIAN 12



Flow Tabel

state	T6		TIMER6
	0	1	
TIMER6 ON	①	2	1
TIMER6 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		T6	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		T6	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

T6

y1 y2	0	1
1 0	0	1
1 1	-	-
0 1	0	-
0 0	0	-

	T6	
y1 y2	0	1
1 0	-	0
1 1	0	0
0 1	1	-
0 0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}.T5 + y1).(\overline{y2} + T6)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (T6 + y2). y1$$

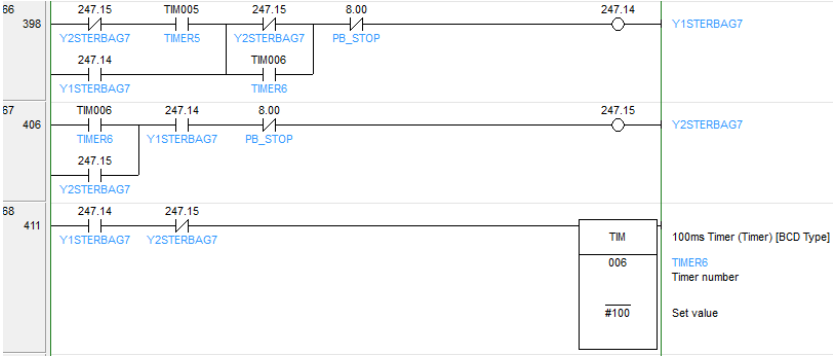
K-Map Output

	T6	
y1 y2	0	1
1 0	1	-
1 1	-	0
0 1	A1	-
0 0	A2	-

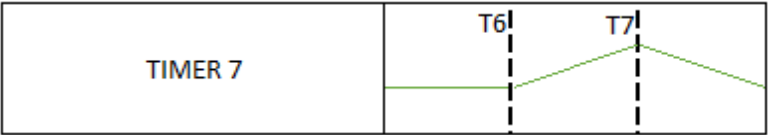
Persamaan K-map Output

$$TIMER6 = y1.\overline{y2}$$

Program Ladder



BAGIAN 13



Flow Tabel

STATE	T7		TIMER7
	0	1	
TIMER7 ON	①	2	1
TIMER7 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		T7	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		T7	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		T7	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		T7	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot T6 + y1) \cdot (\overline{y2} + T7)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (T7 + y2) \cdot y1$$

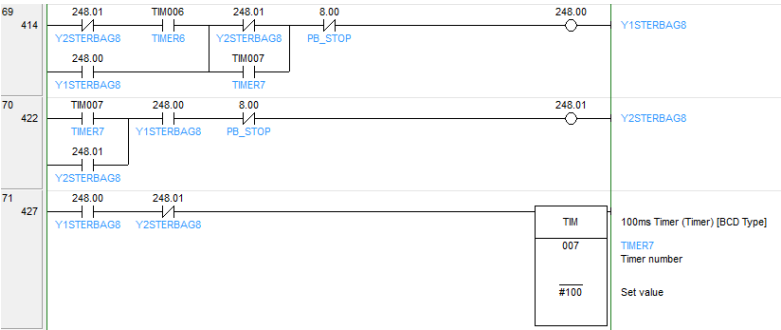
K-Map Output

		T6	
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

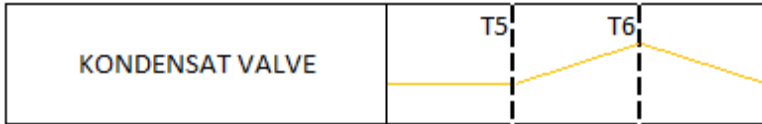
Persamaan K-map *Output*

$TIMER7 = y1.\overline{y2}$

Program *Ladder*



BAGIAN 14



Flow Tabel

STATE	T6		KONDENSAT VALVE
	0	1	
KON_VALVE ON	①	2	1
KON_VALVE OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		T6	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		T6	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		T6	
y1 y2		0	1
1 0		0	1
1 1		-	-
0 1		0	-
0 0		0	-

		T6	
y1 y2		0	1
1 0		-	0
1 1		0	0
0 1		1	-
0 0		-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}. T5 + y1). (\overline{y2} + T6)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (T6 + y2). y1$$

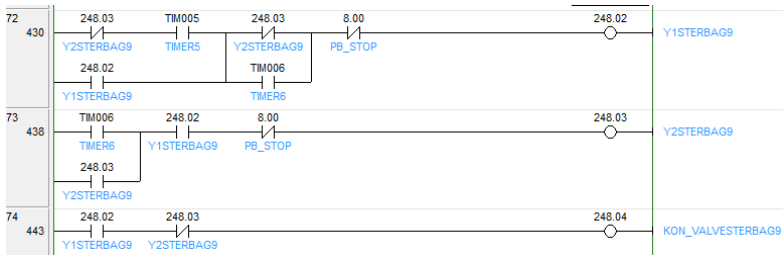
K-Map Output

		T6	
y1 y2		0	1
1 0		1	-
1 1		-	0
0 1		A1	-
0 0		A2	-

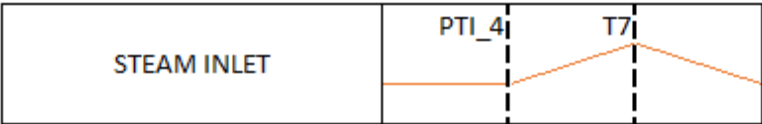
Persamaan K-map *Output*

$$\text{KON_VALVE} = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder*



BAGIAN 15



Flow Tabel

state	T7		STEAM INLET
	0	1	
STIN_VALVE ON	①	2	1
STIN_VALVE OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		T7	
y1	y2	0	1
		-	-
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		T7	
y1	y2	0	1
		0	0
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		T7	
y1 y2		0	1
1 0		0	1
1 1		-	-
0 1		0	-
0 0		0	-

		T7	
y1 y2		0	1
1 0		-	0
1 1		0	0
0 1		1	-
0 0		-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot PV_4 + y1) \cdot (\overline{y2} + T7)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (T7 + y2) \cdot y1$$

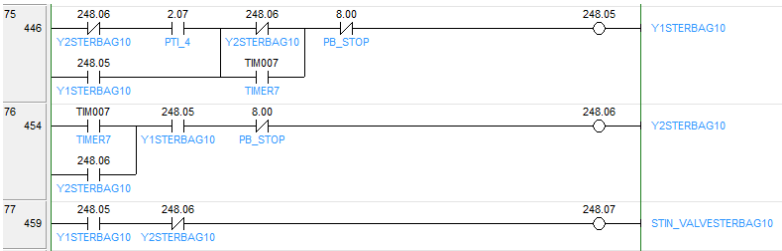
K-Map Output

		T7	
y1 y2		0	1
1 0		1	-
1 1		-	0
0 1		A1	-
0 0		A2	-

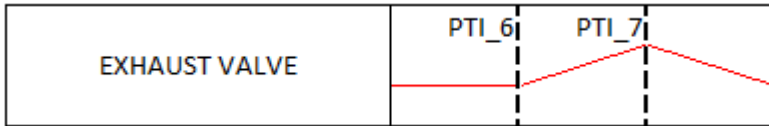
Persamaan K-map Output

STIN_VALVE= y1.y2

Program Ladder



BAGIAN 16



Flow Tabel

STATE	PTI_7		EXHAUST VALVE
	0	1	
EX_VALVE ON	①	2	1
EX_VALVE OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PTI_7	
		0	1
y1	y2	-	-
1	0	0	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		PTI_7	
		0	1
y1	y2	0	0
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		PTI_7	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PTI_7	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot PTI_6 + y1) \cdot (\overline{y2} + PTI_7)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (PTI_7 + y2) \cdot y1$$

K-Map Output

		PTI_7	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

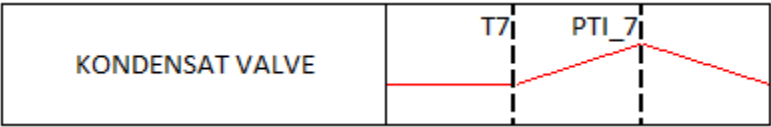
Persamaan K-map *Output*

$$EX_VALVE = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder*



BAGIAN 17



Flow Tabel

STATE	PTI_7		KONDENSAT VALVE
	0	1	
KON_VALVE ON	①	2	1
KON_VALVE OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PTI_7	
y1	y2	0	1
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		PTI_7	
y1	y2	0	1
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		PTI_7	
y1 y2		0	1
1 0		0	1
1 1		-	-
0 1		0	-
0 0		0	-

		PTI_7	
y1 y2		0	1
1 0		-	0
1 1		0	0
0 1		1	-
0 0		-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot T7 + y1) \cdot (\overline{y2} + PTI_7)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (PTI_7 + y2) \cdot y1$$

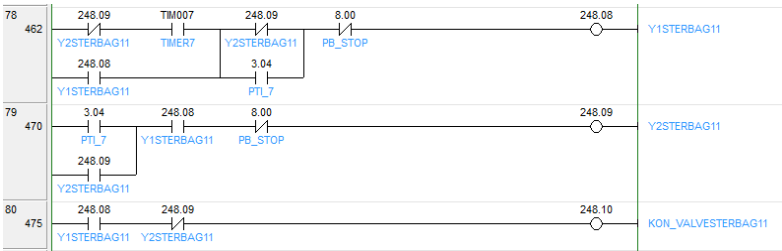
K-Map Output

		PTI_7	
y1 y2		0	1
1 0		1	-
1 1		-	0
0 1		A1	-
0 0		A2	-

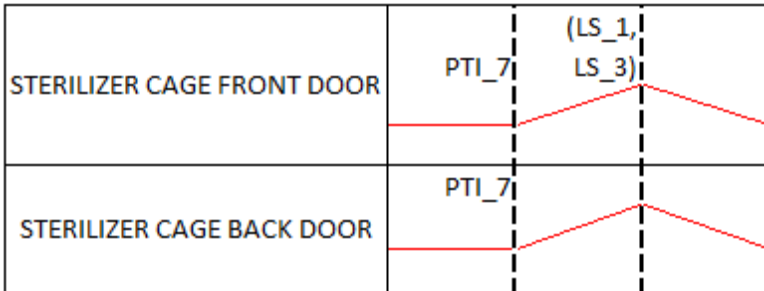
Persamaan K-map *Output*

$KON_VALVE = y1.\overline{y2}$

Program *Ladder*



BAGIAN 18



Flow Tabel

STATE	(LS_1, LS_3)		STERILIZER CAGE FRONT DOOR	STERILIZER CAGE BACK DOOR
	0	1		
(LS_1, LS_3) ON	①	2	1	1
(LS_1, LS_3) OFF	1	②	0	0

K-Map Flip-Flop

		(LS_1, LS_3)	
		0	1
y1	y2		
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		(LS_1, LS_3)	
y1	y2	0	1
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		(LS_1, LS_3)	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		(LS_1, LS_3)	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$\begin{aligned}
 y1 &= (s1 + y1) \cdot \overline{R1} \\
 y1 &= (\overline{y2} \cdot PTI_7 + y1) \cdot (\overline{y2} + (LS_1, LS_3)) \\
 y2 &= (s2 + y2) \cdot \overline{R2} \\
 y2 &= ((LS_1, LS_3) + y2) \cdot y1
 \end{aligned}$$

K-Map *Output*

		(LS_1, LS_3)	
y1 y2		0	1
1 0		1	-
1 1		-	0
0 1		A1	-
0 0		A2	-

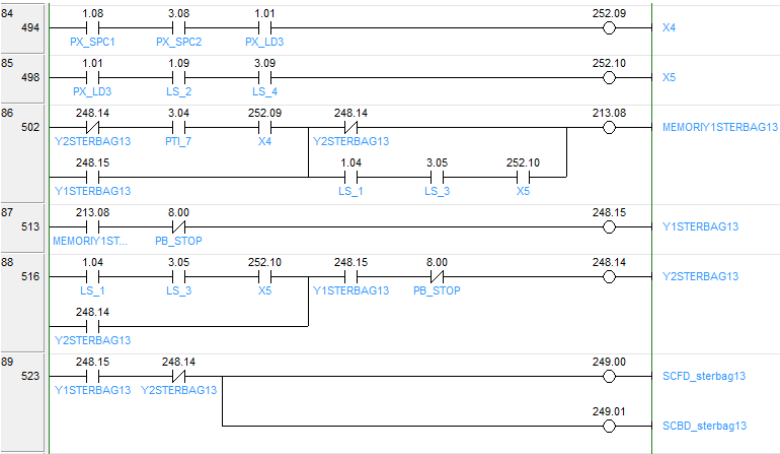
		(LS_1, LS_3)	
y1 y2		0	1
1 0		1	-
1 1		-	0
0 1		A1	-
0 0		A2	-

Persamaan K-map *Output*

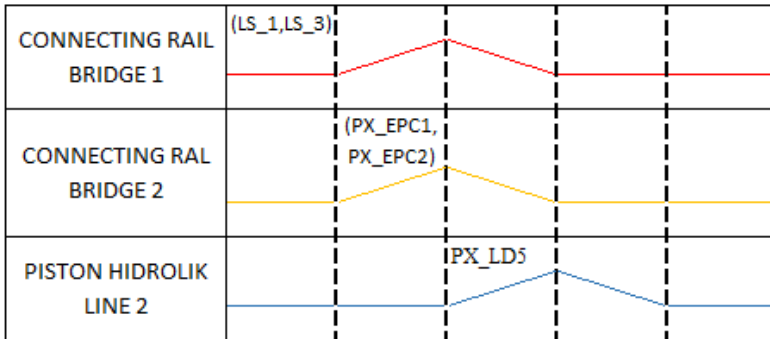
$$SC_BD = y1.\overline{y2}$$

$$SC_FD = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



BAGIAN 19



Flow Tabel

state	$(PX_EPC1, PX_EPC2)(PX_LD5)$				CONNECTING RAIL BRIDGE 1	CONNECTING RAIL BRIDGE 2	PISTON HIDROLIK LINE 2
	00	01	11	10			
HP_L2 OFF, CRB1 ON, CRB2 ON	①	-	-	2	1	1	0
HP_L2 ON, CRB1 OFF, CRB2 OFF	3	-	-	②	0	0	1
HP_L2 ON, CRB1 OFF, CRB2 OFF	③	4	-	-	0	0	1
HP_L2 OFF, CRB1 OFF, CRB2 OFF	1	④	-	-	0	0	0

K-Map Flip-Flop

		$(PX_EPC1, PX_EPC2)(PX_LD5)$			
y1 y2		00	01	11	10
	10	-	-	-	-
	11	0	-	-	-
	01	0	0	-	-
	00	1	0	-	-

(PX_EPC1,PX_EPC2)(PX_LD5)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

(PX_EPC1,PX_EPC2)(PX_LD5)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

(PX_EPC1,PX_EPC2)(PX_LD5)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot \overline{PX_LD5} \cdot (LS_1, LS_3) + y1) \cdot (\overline{y2} + (PX_EPC1, PX_EPC2))$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = ((PX_EPC1, PX_EPC2) + y2) \cdot \overline{PX_LD5}$$

K-Map Output

		(PX_EPC1,PX_EPC2)(PX_LD5)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		1	-	-	-
1 1		-	-	-	0
0 1		0	-	-	-
0 0		0	0	-	-

		(PX_EPC1,PX_EPC2)(PX_LD5)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		0	-	-	-
1 1		-	-	-	1
0 1		1	-	-	-
0 0		0	0	-	-

		(PX_EPC1,PX_EPC2)(PX_LD5)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		1	-	-	-
1 1		-	-	-	0
0 1		0	-	-	-
0 0		0	0	-	-

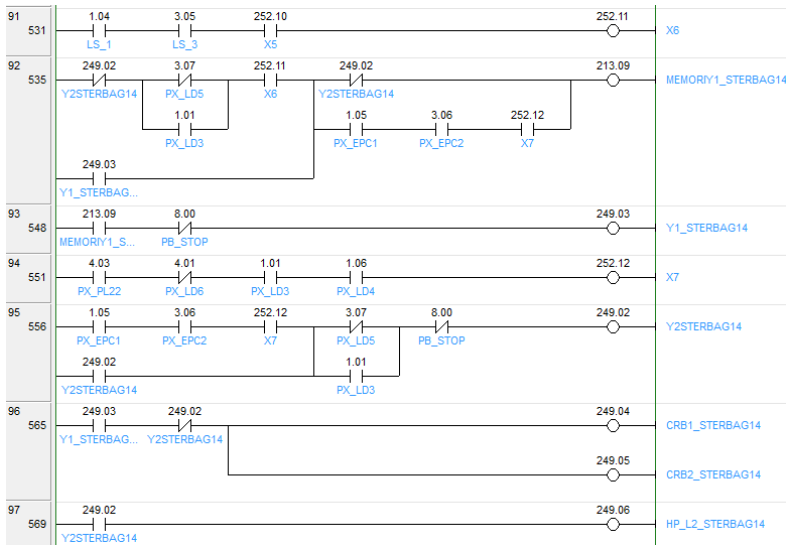
Persamaan K-map Output

$$CRB1 = y1\overline{y2}$$

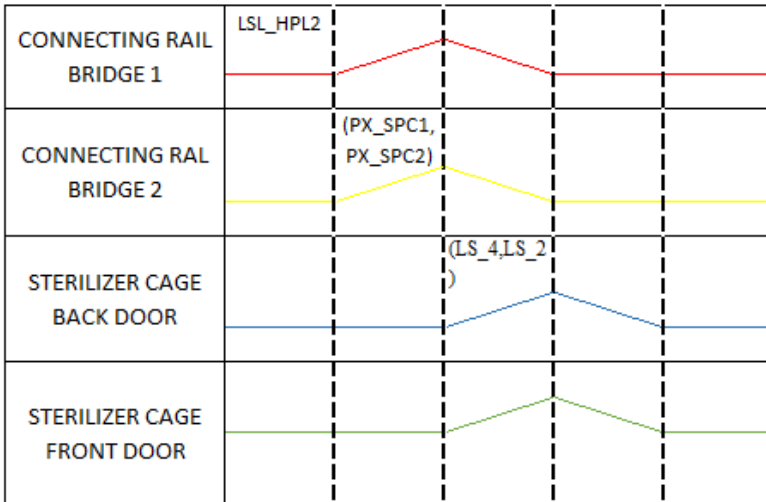
$$HP_L2 = y2$$

$$CRB2 = y1\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



BAGIAN 20



Flow Tabel

STATE	(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)				CONNECTING RAIL BRIDGE 1	CONNECTING RAIL BRIDGE 2	STERILIZER CAGE BACK DOOR	STERILIZER CAGE FRONT DOOR
	00	01	11	10				
SC_FD OFF, SC_BD OFF, CRB1 ON, CRB2 ON	①	-	-	2	1	1	0	0
SC_FD ON, SC_BD ON, CRB1 OFF, CRB2 OFF	3	-	-	②	0	0	1	1
SC_FD ON, SC_BD ON, CRB1 OFF, CRB2 OFF	③	4	-	-	0	0	1	1
SC_FD OFF, SC_BD OFF, CRB1 OFF, CRB2 OFF	1	④	-	-	0	0	0	0

K-Map Flip-Flop

		(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)			
y1	y2	00	01	11	10
		-	-	-	-
10	11	0	-	-	-
01	00	0	0	-	-
00	00	1	0	-	-

	(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

	(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = \overline{(y2 \cdot (LS_4, LS_2) \cdot LSL_HPL2 + y1) \cdot (y2 + (PX_SPC1, PX_SPC2))} \cdot \overline{R1}$$

$$y2 = ((PX_SPC1, PX_SPC2) + y2) \cdot \overline{(LS_4, LS_2)} \cdot \overline{R2}$$

K-Map *Output*

(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	0
0 1	0	-	-	-
0 0	0	0	-	-

(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	0	-	-

(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	0
0 1	0	-	-	-
0 0	0	0	-	-

(PX_SPC1,PX_SPC2)(LS_4,LS_2)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	0	-	-

Persamaan K-map Output

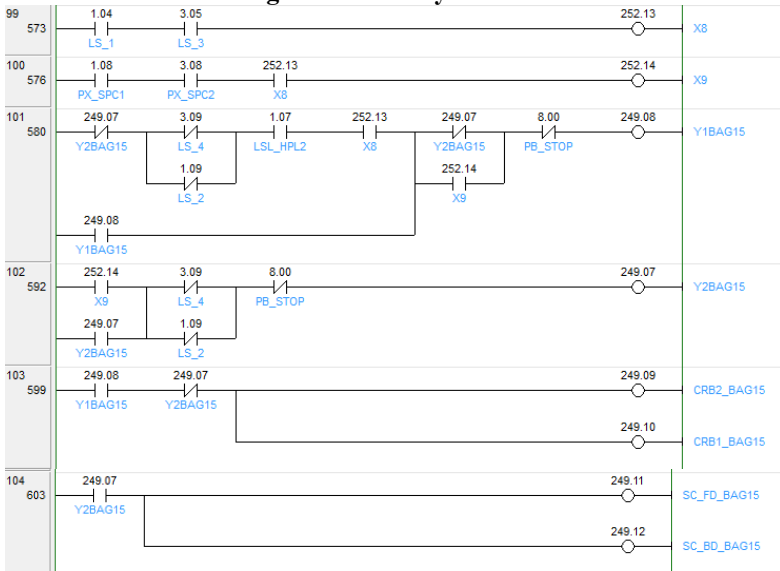
$$CRB1 = y1\overline{y2}$$

$$CRB2 = y1\overline{y2}$$

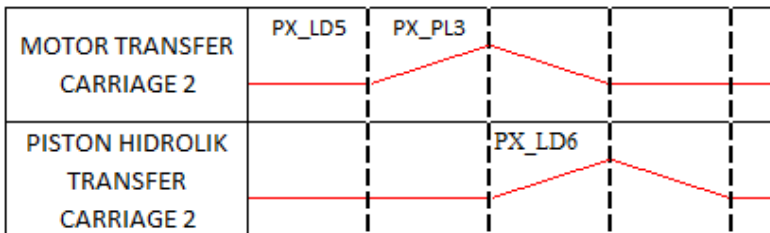
$$SC_{FD} = y2$$

$$SC_{BD} = y2$$

Program Ladder Syarat Perlu



BAGIAN 21



Flow Tabel

state	(PX_PL3)(PX_LD6)				MOTOR TRANSFER CARRIAGE 2	TRANSFER CARRIAGE 2
	0 0	0 1	1 1	1 0		
M_TC2 ON , HP_TC2 OFF	①	-	-	2	1	0
M_TC2 OFF , HP_TC2 ON	3	-	-	②	0	1
M_TC2 OFF , HP_TC2 ON	③	4	-	-	0	1
M_TC2 OFF , HP_TC2 OFF	1	④	-	-	0	0

K-Map Flip-Flop

		(PX_PL3)(PX_LD6)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
		-	-	-	-
1 0		-	-	-	-
1 1		0	-	-	-
0 1		0	0	-	-
0 0		1	0	-	-

	(PX_PL3)(PX_LD6)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

	(PX_PL3)(PX_LD6)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PX_PL3)(PX_LD6)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot \overline{PX_LD6} \cdot PX_LD5 + y1) \cdot (\overline{y2} + PX_PL3)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (PX_PL3 + y2) \cdot \overline{PX_LD6}$$

K-Map *Output*

		(PX_PL3)(PX_LD6)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		1	-	-	-
1 1		-	-	-	0
0 1		0	-	-	-
0 0		0	0	-	-

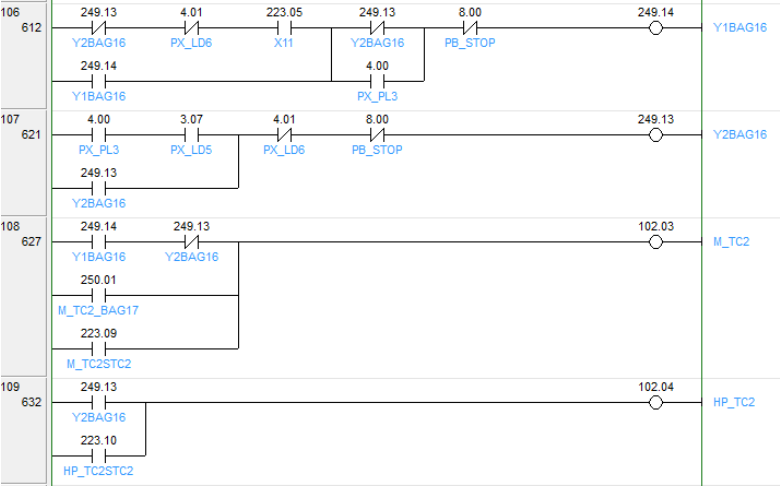
		(PX_PL3)(PX_LD6)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		0	-	-	-
1 1		-	-	-	1
0 1		1	-	-	-
0 0		0	0	-	-

Persamaan K-map *Output*

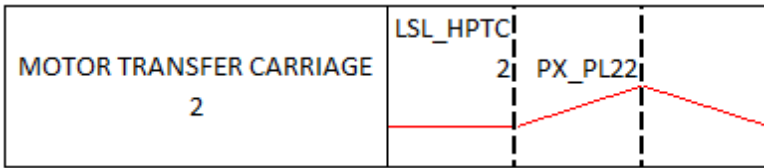
$$M_{TC2} = y1\overline{y2}$$

$$HP_{TC2} = y2$$

Program *Ladder Syarat Perlu*



BAGIAN 22



Flow Tabel

STATE	PX_PL22		MOTOR TRANSFER CARRIAGE 2
	0	1	
M_TC2 ON	①	2	1
M_TC2 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PX_PL22	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		PX_PL22	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		PX_PL22	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PX_PL22	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}. LSL_HPTC2 + y1). (\overline{y2} + PX_PL22)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (PX_PL22 + y2). y1$$

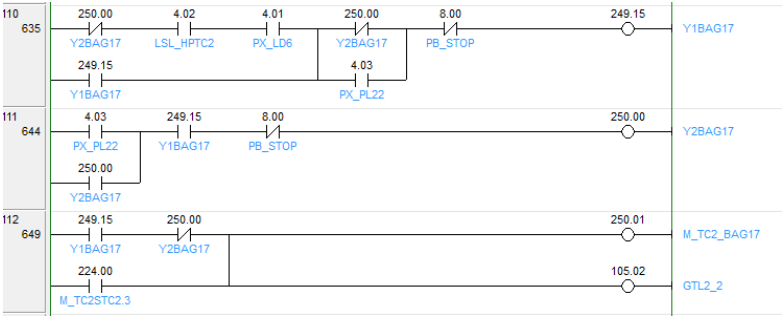
K-Map Output

		PX_PL22	
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

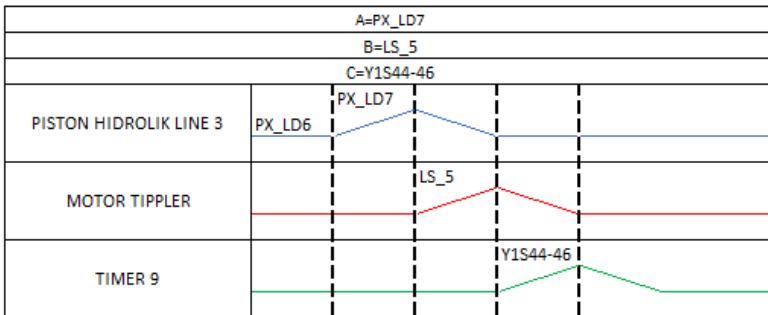
Persamaan K-map *Output*

$$M_TC2 = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



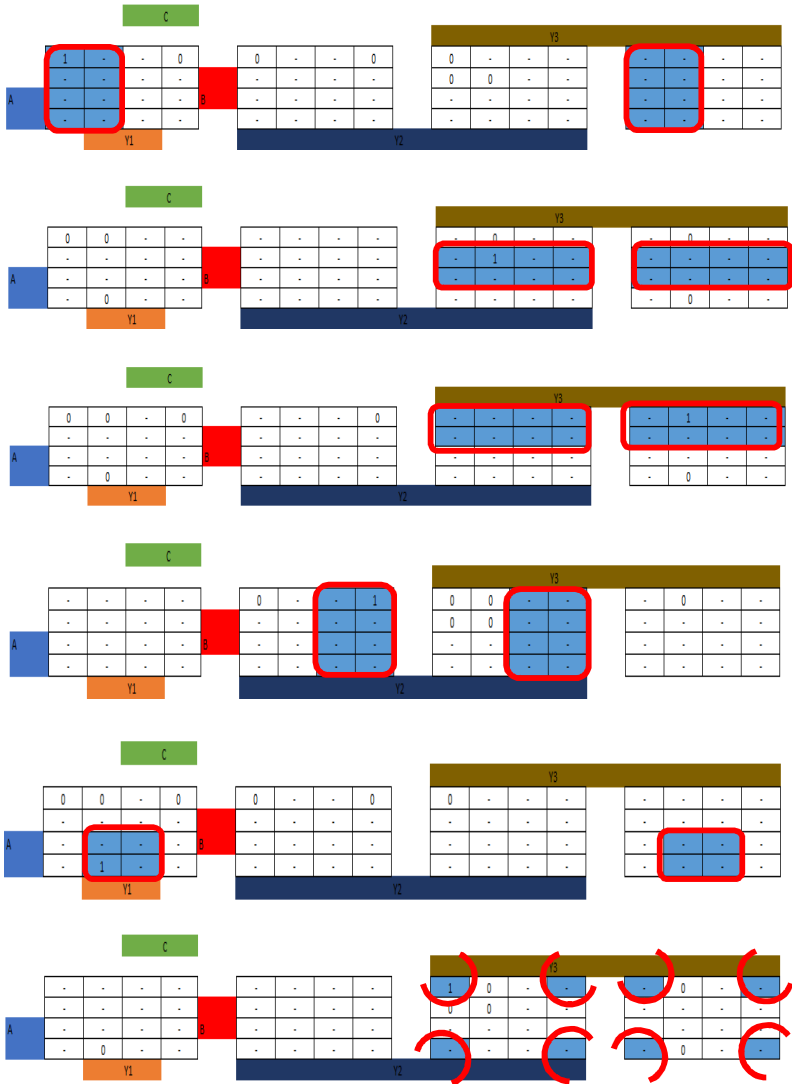
BAGIAN 23



Flow Tabel

STATE	(PX_LD7) & (LS_5) & (Y1S44-46)				PISTON HIDROLI K LINE 3	MOTOR TIPPLER	TIMER 9
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1			
HP_L3 ON ,M_TPPLR OFF ,TIMER 9 OFF	①	2	-	-	1	0	0
HP_L3 OFF ,M_TPPLR ON ,TIMER 9 OFF	3	②	-	-	0	1	0
HP_L3 OFF ,M_TPPLR ON ,TIMER 9 OFF	③	-	4	-	0	1	0
HP_L3 OFF ,M_TPPLR OFF ,TIMER 9 ON	5	-	④	-	0	0	1
HP_L3 OFF ,M_TPPLR OFF ,TIMER 9 ON	⑤	-	-	6	0	0	1
HP_L3 OFF ,M_TPPLR OFF ,TIMER 9 OFF	1	-	-	⑥	0	0	0

K-Map Flip-Flop



Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{Y1S44 - 46}. \overline{y2}. PX_LD6 + y1). \overline{LS_5} + \overline{Y3}$$

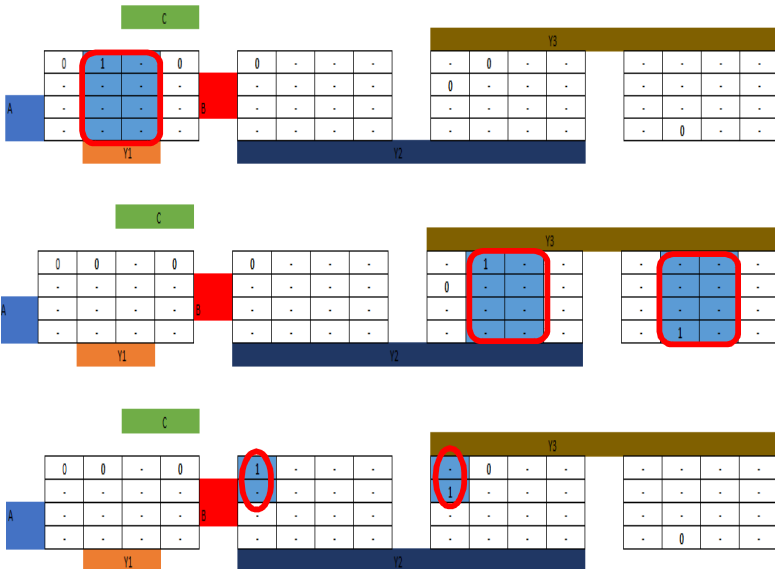
$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (\overline{PX_LD7}. y3 + y2). \overline{Y1S44 - 46} + \overline{Y2}$$

$$y3 = (s3 + y3). \overline{R3}$$

$$y3 = (PX_LD7. Y1. \overline{Y2} + y3). LS_5 + Y1 + \overline{Y3}$$

K-Map Output



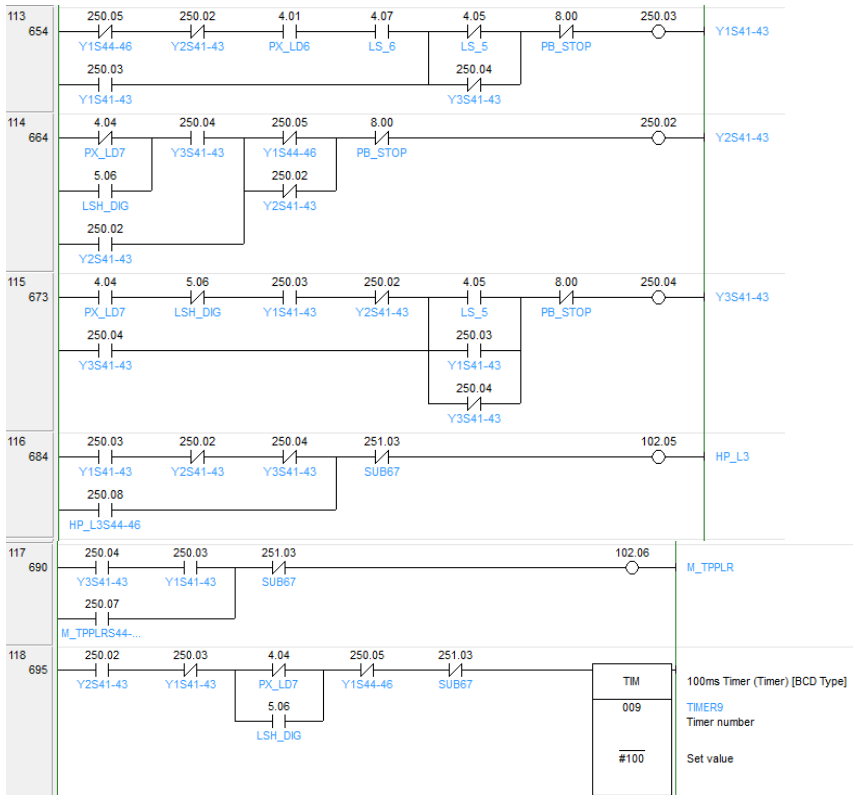
Persamaan K-map Output

$$HP_L3 = Y1. \overline{Y2}. \overline{Y3}$$

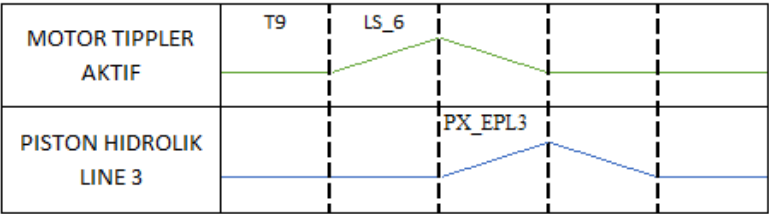
$$M_TPPLR = Y3. Y1$$

$$Timer9 = Y2. \overline{Y1}. \overline{PX_LD7}. \overline{Y1S44 - 46}$$

Program *Ladder Syarat Perlu*



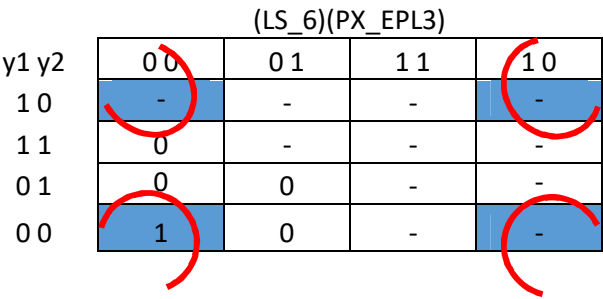
BAGIAN 24



Flow Tabel

STATE	(LS_6)(PX_EPL3)				MOTOR TIPPLER AKTIF	PISTON HIDROLIK LINE 3
	0 0	0 1	1 1	1 0		
M_TPPLR ON ,HP_L3 OFF	①	-	-	2	1	0
M_TPPLR OFF ,HP_L3 ON	3	-	-	②	0	1
M_TPPLR OFF ,HP_L3 ON	③	4	-	-	0	1
M_TPPLR OFF ,HP_L3 OFF	1	④	-	-	0	0

K-Map Flip-Flop



(LS_6)(PX_EPL3)				
y1 y2	00	01	11	10
10	0	-	-	0
11	1	-	-	0
01	-	-	-	-
00	0	-	-	-

(LS_6)(PX_EPL3)				
y1 y2	00	01	11	10
10	0	-	-	1
11	-	-	-	-
01	-	0	-	-
00	0	0	-	-

(LS_6)(PX_EPL3)				
y1 y2	00	01	11	10
10	-	-	-	0
11	0	-	-	0
01	0	1	-	-
00	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot \overline{PX_EPL3} \cdot T9 + y1) \cdot (\overline{y2} + LS_6)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (LS_6 + y2) \cdot \overline{PX_EPL3}$$

K-Map Output

(LS_6)(PX_EPL3)

y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	1	-	-	-
1 1	-	-	-	0
0 1	0	-	-	-
0 0	0	0	-	-

(LS_6)(PX_EPL3)

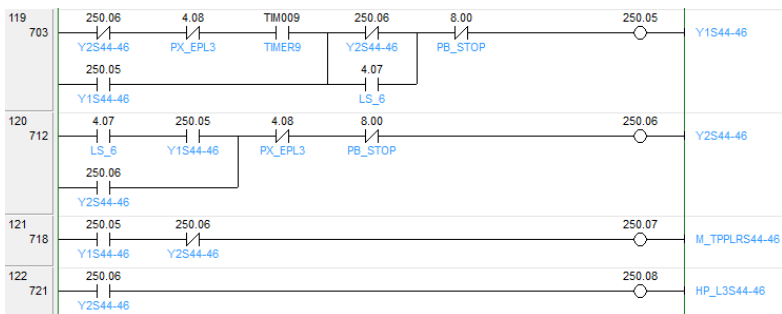
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	-
1 1	-	-	-	1
0 1	1	-	-	-
0 0	0	0	-	-

Persamaan K-map Output

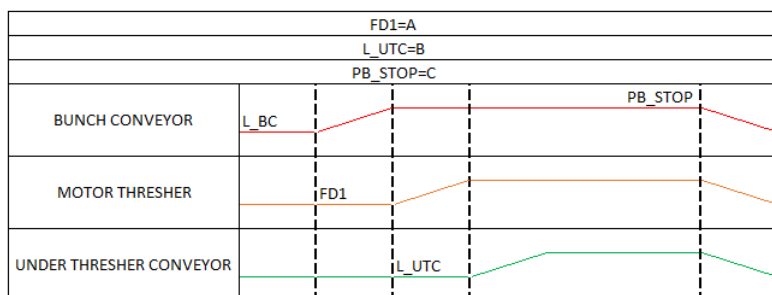
$$M_TPPLR = y1\overline{y2}$$

$$H_PL3 = y2$$

Program Ladder Syarat Perlu



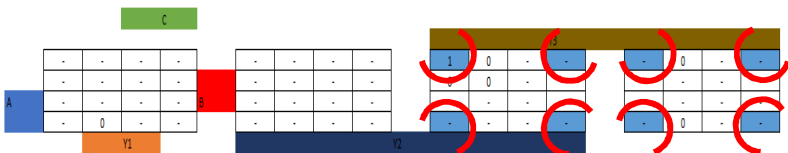
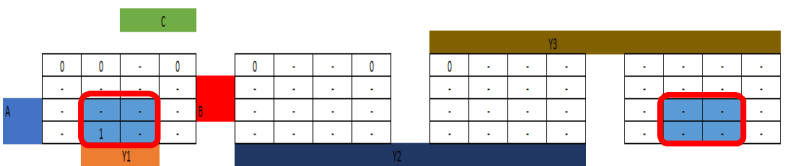
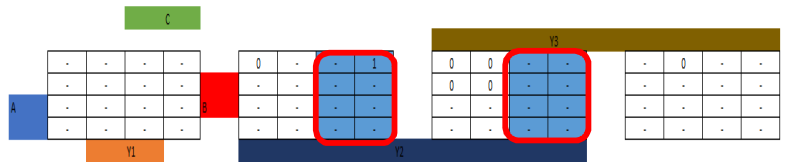
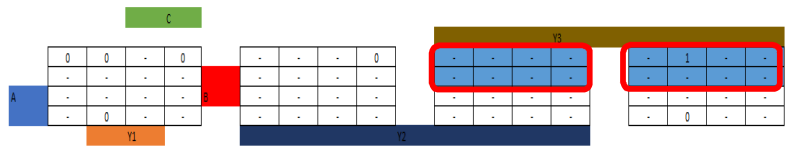
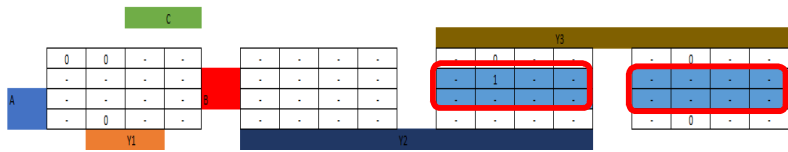
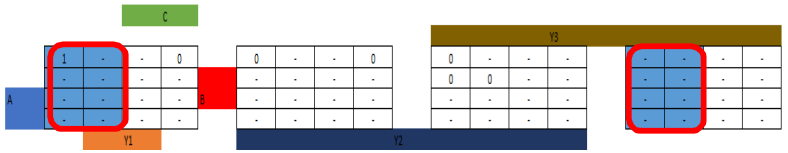
BAGIAN 25



Flow Tabel

STATE	(FD1) & (L_UTC) & (PB_STOP)				BUNCH CONVEY OR	MOTOR THRESHE R	UNDER THRESHE R CONVEY OR
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1			
BNC_CONV ON ,M_THR OFF ,UTHR_CONV OFF	①	2	-	-	1	0	0
BNC_CONV ON ,M_THR ON ,UTHR_CONV OFF	3	②	-	-	1	1	0
HP_L3 ON ,M_TPPLR ON ,TIMER 9 OFF	③	-	4	-	1	1	0
BNC_CONV ON ,M_THR ON ,UTHR_CONV ON	5	-	④	-	1	1	1
BNC_CONV ON ,M_THR ON ,UTHR_CONV ON	⑤	-	-	6	1	1	1
BNC_CONV OFF ,M_THR OFF ,UTHR_CONV OFF	1	-	-	⑥	0	0	0

K-Map Flip-Flop



Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{PB_STOP}. \overline{Y2}. L_BC + y1). \overline{L_UTC} + \overline{Y3}$$

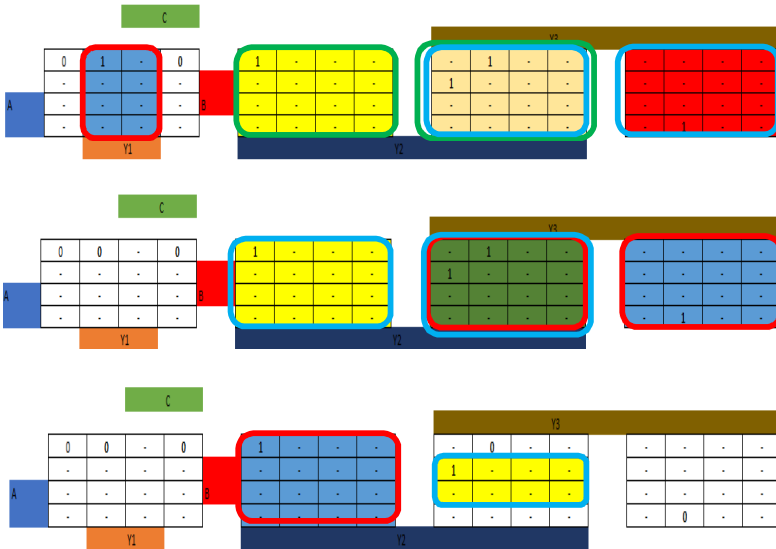
$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (\overline{FD1}. Y3 + y2). \overline{PB_STOP} + \overline{Y2}$$

$$y3 = (s3 + y3). \overline{R3}$$

$$y3 = (\overline{FD1}. Y1. \overline{Y2} + y3). L_UTC + Y1 + \overline{Y3}$$

K-Map Output



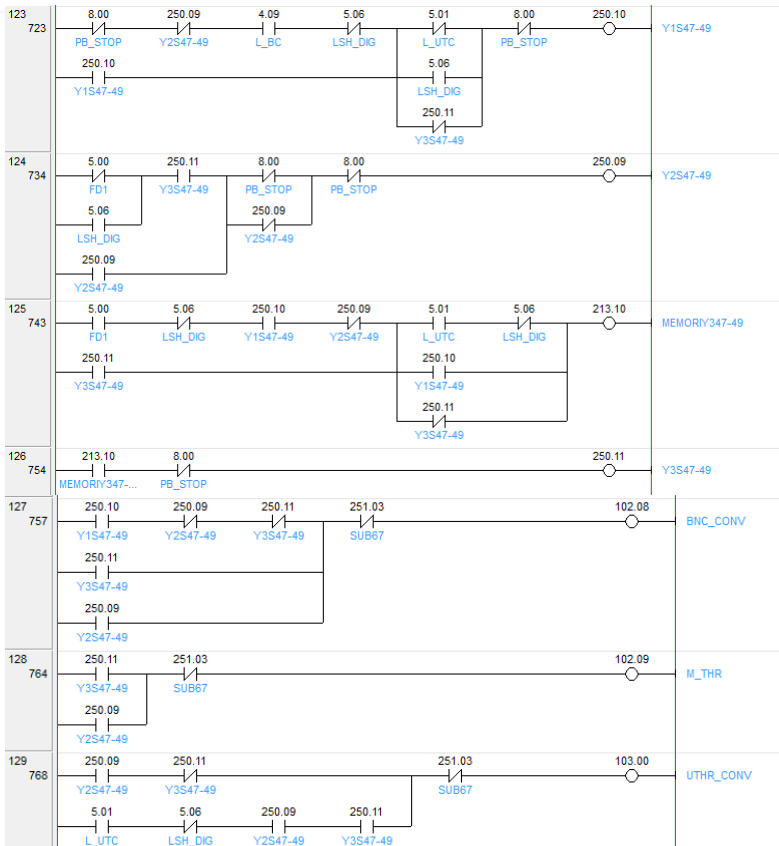
Persamaan K-map Output

$$BNC_CONV = ((Y1.\overline{Y2}.\overline{Y3}) + Y3 + Y2)$$

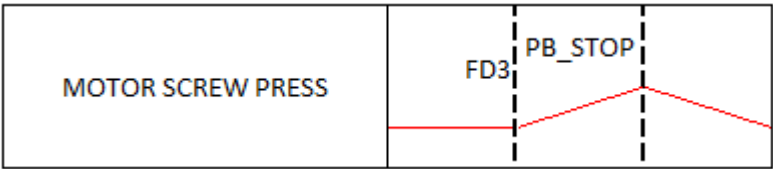
$$M_THR = Y3 + Y2$$

$$UTHR_CONV = (y2.\overline{y3}) + L_UTC.y2.y3$$

Program Ladder Syarat Perlu



BAGIAN 26



Flow Tabel

state	PB_STOP		MOTOR SCREW PRESS
	0	1	
M_SP ON	①	2	1
M_SP OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PB_STOP	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		PB_STOP	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		PB_STOP	
		0	1
y1	y2		
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PB_STOP	
		0	1
y1	y2		
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot FD3 + y1) \cdot (\overline{y2} + PB_STOP)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (PB_STOP + y2) \cdot y1$$

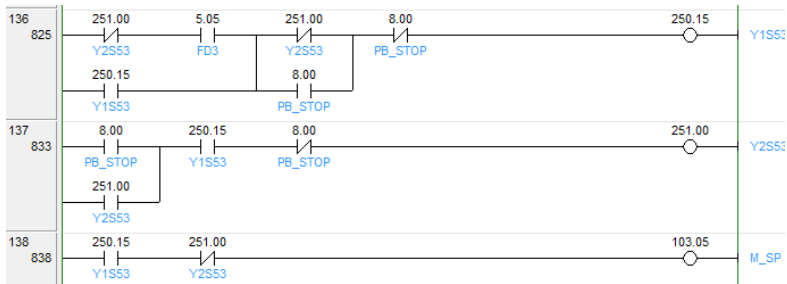
K-Map Output

		PB_STOP	
		0	1
y1	y2		
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

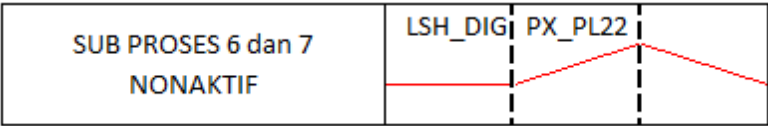
Persamaan K-map *Output*

$$M_{SP} = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



BAGIAN 27



Flow Tabel

state	PX_PL22		SUB PROSES 6 dan 7 NONAKTIF
	0	1	
SUB67 ON	①	2	1
SUB67 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2		
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2		
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}. LSH_DIG + y1). (\overline{y2} + PX_PL22)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (PX_PL22 + y2). y1$$

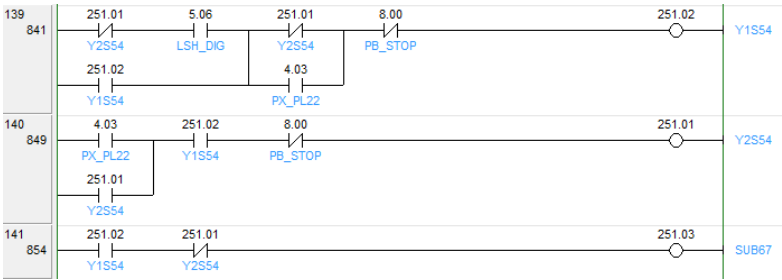
K-Map Output

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

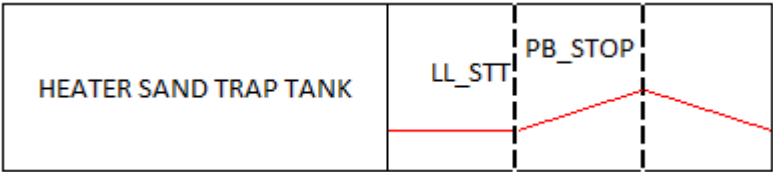
Persamaan K-map Output

$$SUB67 = y1.\overline{y2}$$

Program Ladder



BAGIAN 28



Flow Tabel

STATE	PB_STOP		HEATER SAND TRAP TANK
	0	1	
ST ON	①	2	1
ST OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PB_STOP	
y1	y2	0	1
	10	-	-
1	1	0	-
	0	0	-
0	0	1	-

		PB_STOP	
y1	y2	0	1
	10	0	0
1	1	1	0
	0	-	-
0	0	0	-

PB_STOP

y1 y2	0	1
1 0	0	1
1 1	-	-
0 1	0	-
0 0	0	-

	PB_STOP	
y1 y2	0	1
1 0	-	0
1 1	0	0
0 1	1	-
0 0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}.LL_STT + y1).(\overline{y2} + PB_STOP)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (PB_STOP + y2). y1$$

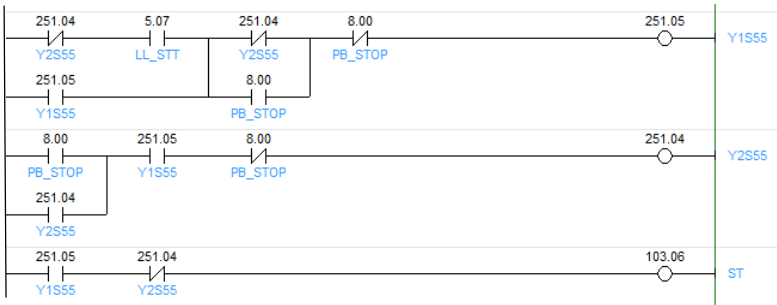
K-Map Output

	PB_STOP	
y1 y2	0	1
1 0	1	-
1 1	-	0
0 1	A1	-
0 0	A2	-

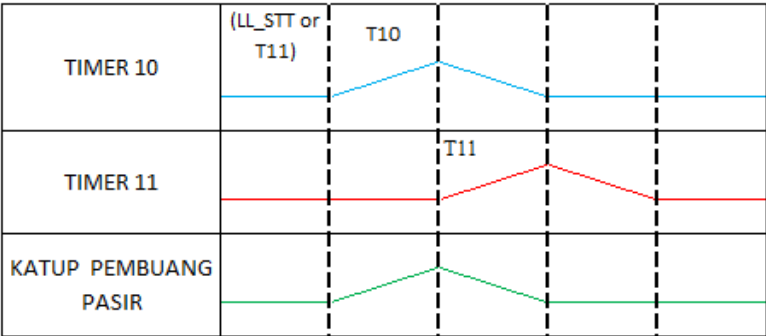
Persamaan K-map *Output*

$$ST = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder*



BAGIAN 29



Flow Tabel

STATE	(T10)(T11)				TIMER 10	TIMER 11	KATUP PEMBUANG PASIR
	0 0	0 1	1 1	1 0			
TIMER 10 ON ,TIMER 11 OFF, KPP ON	①	-	-	2	1	0	1
TIMER 10 OFF ,TIMER 11 ON, KPP OFF	3	-	-	②	0	1	0
TIMER 10 OFF ,TIMER 11 ON, KPP OFF	③	4	-	-	0	1	0
TIMER 10 OFF ,TIMER 11 OFF, KPP OFF	1	④	-	-	0	0	0

K-Map Flip-Flop

		(T10)(T11)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-
0	1	0	0	-	-
0	0	1	0	-	-

	(T10)(T11)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

	(T10)(T11)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

	(T10)(T11)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = ((\overline{y2} \cdot \overline{T11} \cdot LL_STT + y1) \cdot (\overline{y2} + T10)) \text{ or } (T11)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (T10 + y2) \cdot \overline{T11}$$

K-Map Output

		(T10)(T11)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	0
0	1	0	-	-	-
0	0	0	0	-	-

		(T10)(T11)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-

		(T10)(T11)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	0
0	1	0	-	-	-
0	0	0	0	-	-

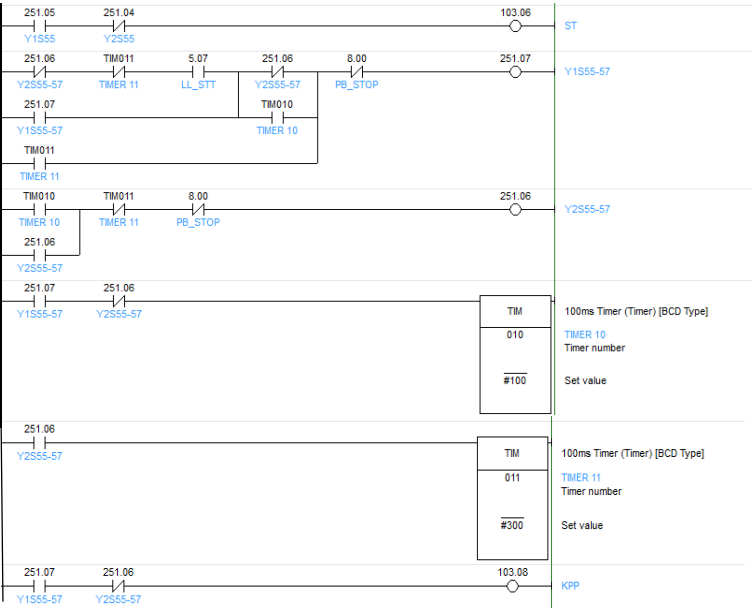
Persamaan K-map Output

$$TIMER\ 10 = y1\overline{y2}$$

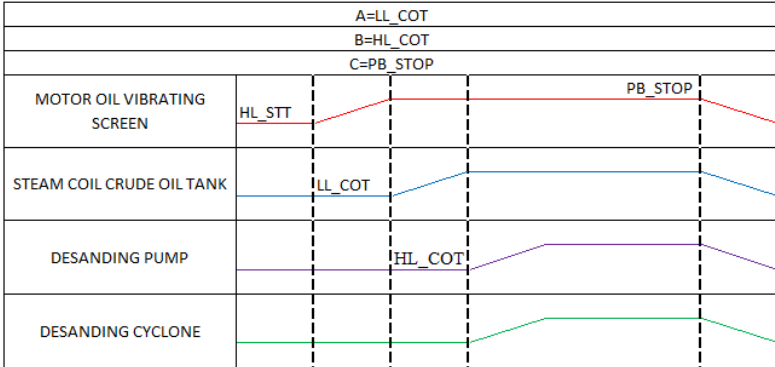
$$TIMER\ 11 = y2$$

$$KPP = y1\overline{y2}$$

Program Ladder



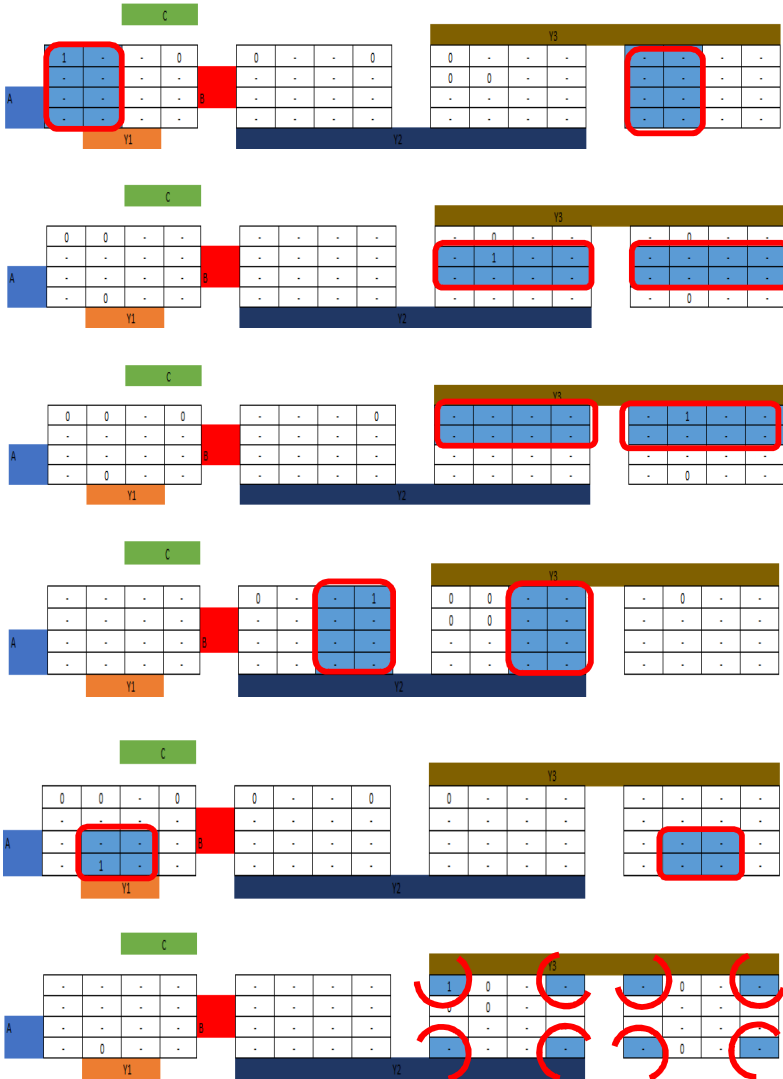
BAGIAN 30



Flow Tabel

STATE	(LL_COT) & (HL_COT) & (PB_STOP)				MOTOR OIL VIBRATI NG SCREEN	STEAM COIL CRUDE OIL TANK	DESANDI NG PUMP	DESANDI NG CYCLONE
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1				
M_VS ON ,SCCOT OFF ,DP OFF, DC OFF	①	2	-	-	1	0	0	0
M_VS ON ,SCCOT ON ,DP OFF, DC OFF	3	②	-	-	1	1	0	0
M_VS ON ,SCCOT ON ,DP OFF, DC OFF	③	-	4	-	1	1	0	0
M_VS ON ,SCCOT ON ,DP ON, DC ON	5	-	④	-	1	1	1	1
M_VS ON ,SCCOT ON ,DP ON, DC ON	⑤	-	-	6	1	1	1	1
M_VS OFF ,SCCOT OFF ,DP OFF, DC OFF	1	-	-	⑥	0	0	0	0

K-Map Flip-Flop



Switching Function

$$y1 = (s1 + y1).\overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{PB_STOP}.Y2.HL_STT + y1).\overline{HL_COT} + \overline{Y3}$$

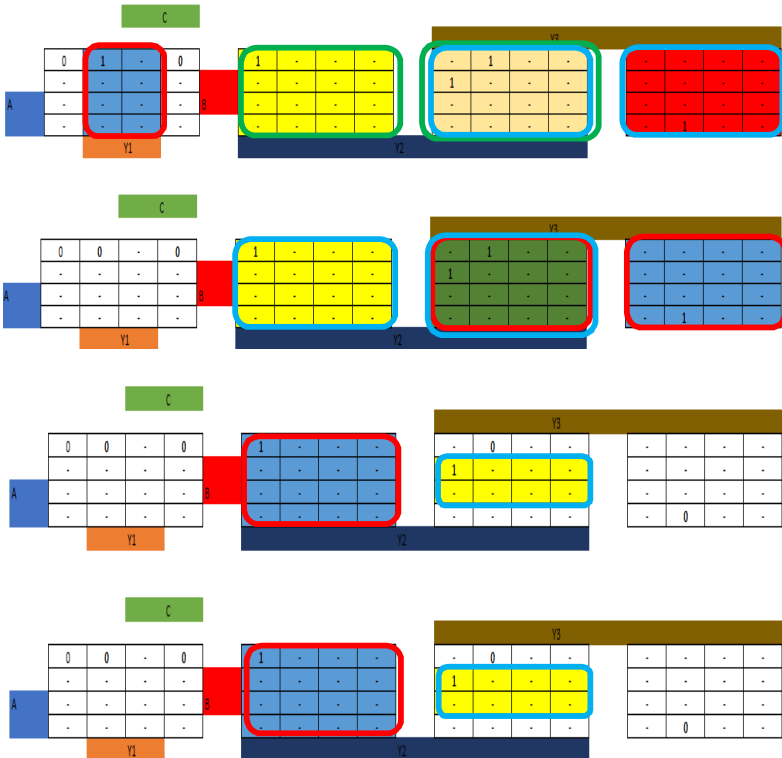
$$y2 = (s2 + y2).\overline{R2}$$

$$y2 = (\overline{LL_COT}.Y3 + y2).\overline{PB_STOP} + \overline{Y2}$$

$$y3 = (s3 + y3).\overline{R3}$$

$$y3 = (LL_COT.Y1.\overline{Y2} + y3).HL_COT + Y1 + \overline{Y3}$$

K-Map Output



Persamaan K-map Output

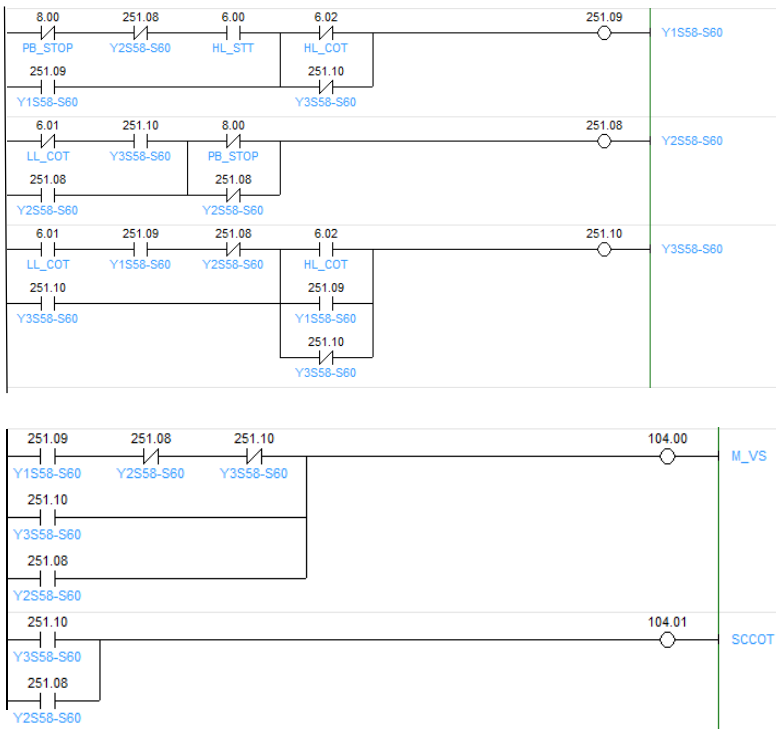
$$M_VS = ((Y1.\overline{Y2}.\overline{Y3}) + Y3 + Y2)$$

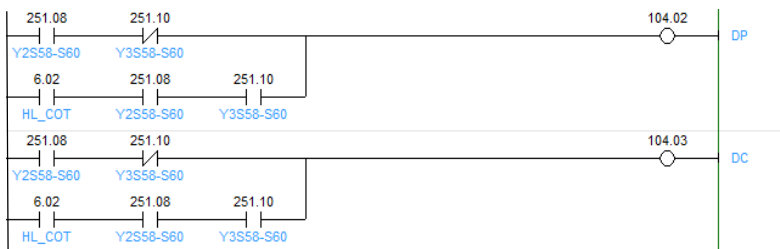
$$SCCOT = Y3 + Y2$$

$$DP = (y2.\overline{y3}) + HL_COT.y2.y3$$

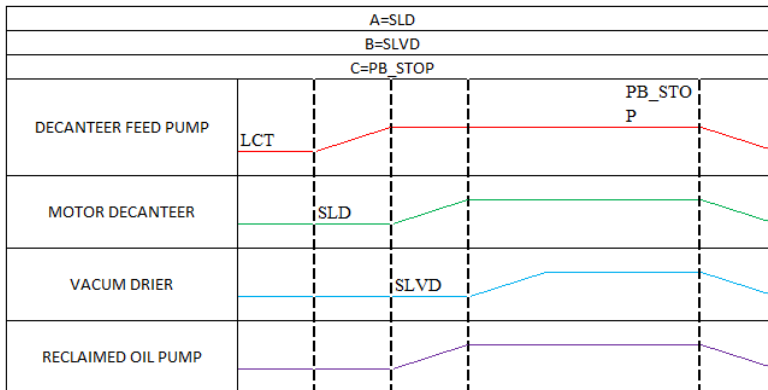
$$DC = (y2.\overline{y3}) + HL_COT.y2.y3$$

Program Ladder





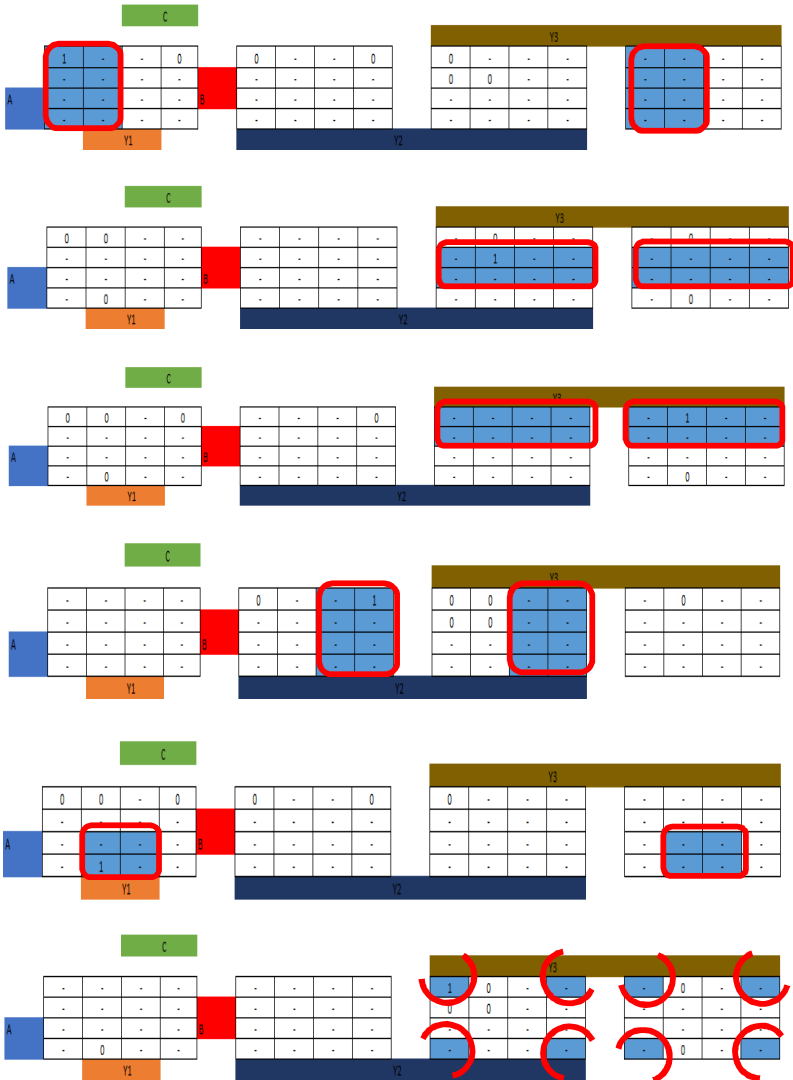
BAGIAN 31



Flow Tabel

STATE	(SLD) & (SLVD) & (PB_STOP)				DECANTER FEED PUMP	MOTOR DECANTER	VACUM DRIER	RECLAIMED OIL PUMP
	0 0 0	1 0 0	0 1 0	0 0 1				
DEC_FP ON ,M_DEC OFF , VD OFF ,REC_OP OFF	①	2	-	-	1	0	0	0
DEC_FP ON ,M_DEC ON , VD OFF ,REC_OP ON	3	②	-	-	1	1	0	1
DEC_FP ON ,M_DEC ON , VD OFF ,REC_OP ON	③	-	4	-	1	1	0	1
DEC_FP ON ,M_DEC ON , VD ON ,REC_OP ON	5	-	④	-	1	1	1	1
DEC_FP ON ,M_DEC ON , VD ON ,REC_OP ON	⑤	-	-	6	1	1	1	1
DEC_FP OFF ,M_DEC OFF ,REC_OP OFF , VD OFF	1	-	-	⑥	0	0	0	0

K-Map Flip-Flop



Switching Function

$$y1 = (s1 + y1).\overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{PB_STOP}.\overline{Y2}.LCT + y1).\overline{SLVD} + \overline{Y3}$$

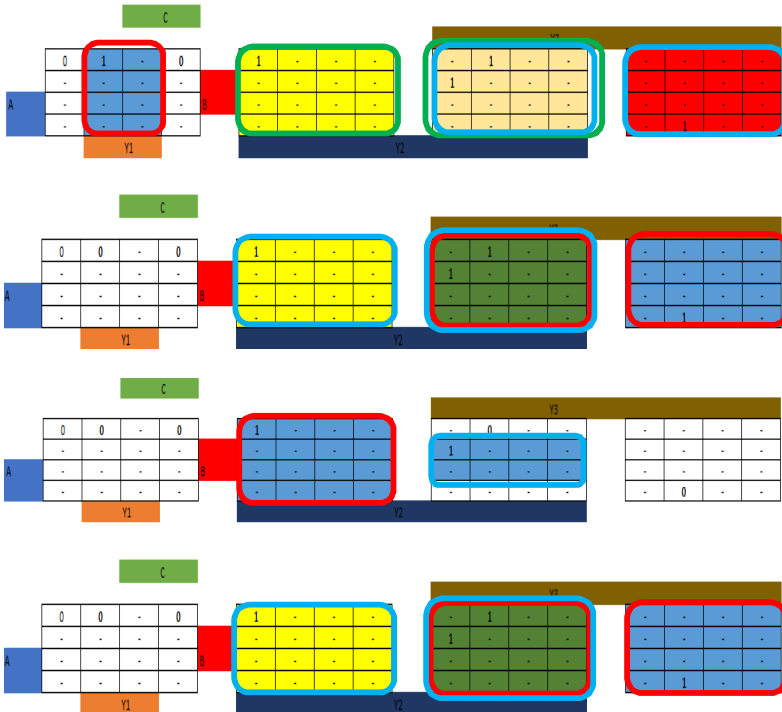
$$y2 = (s2 + y2).\overline{R2}$$

$$y2 = (\overline{SLD}.Y3 + y2).\overline{PB_STOP} + \overline{Y2}$$

$$y3 = (s3 + y3).\overline{R3}$$

$$y3 = (SLD.Y1.\overline{Y2} + y3).SLVD + Y1 + \overline{Y3}$$

K-Map Output



Persamaan K-map Output

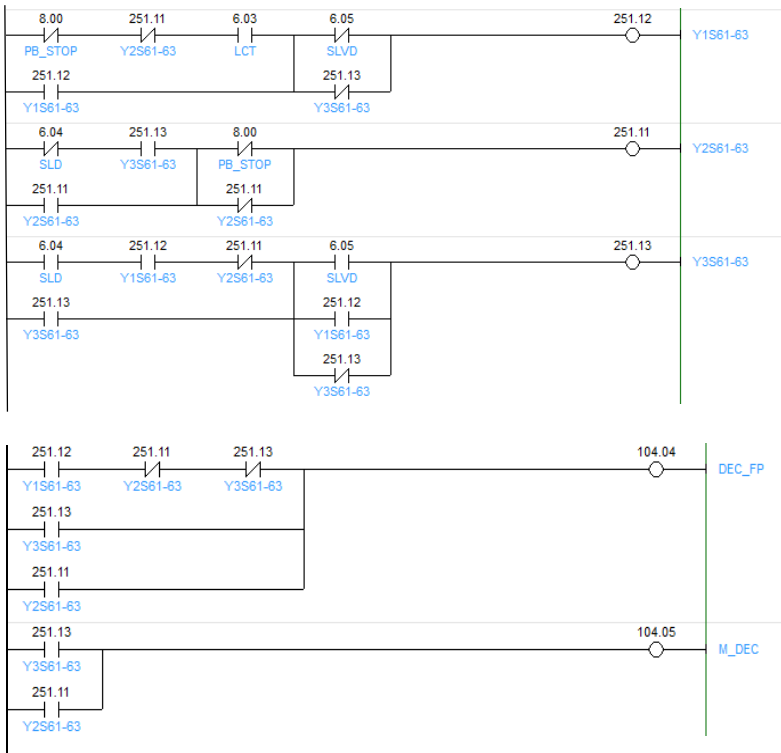
$$DEC_FP = ((Y1.\overline{Y2}.\overline{Y3}) + Y3 + Y2)$$

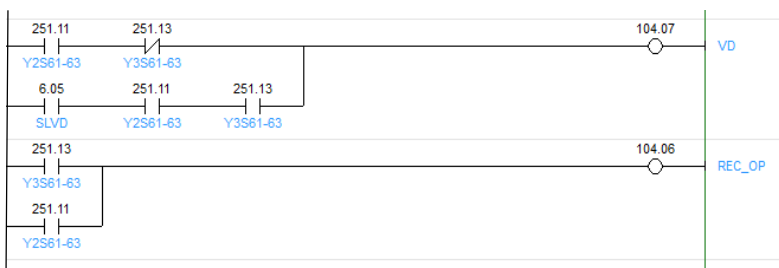
$$M_DEC = Y3 + Y2$$

$$VD = (y2.\overline{y3}) + SLVD.y2.y3$$

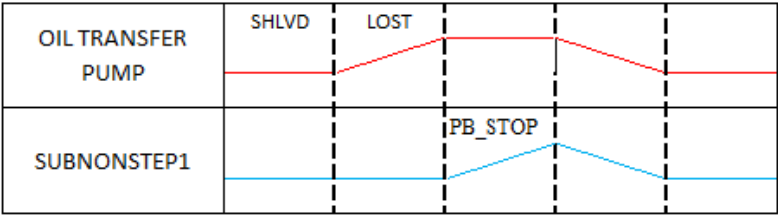
$$REC_OP = Y3 + Y2$$

Program Ladder





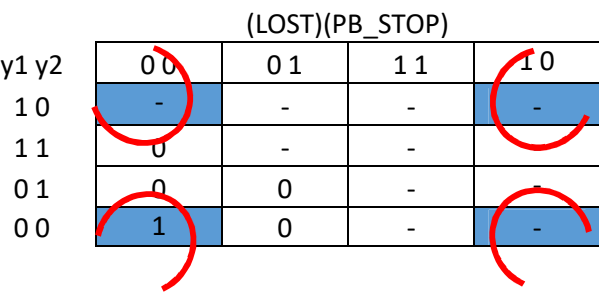
BAGIAN 32



Flow Tabel

state	(LOST)(PB_STOP)				OIL TRANSFER PUMP	SUBNONSTEP1
	0 0	0 1	1 1	1 0		
OTP ON ,SUBNONSTEP1 OFF	①	-	-	2	1	0
OTP ON ,SUBNONSTEP1 ON	3	-	-	②	1	1
OTP ON ,SUBNONSTEP1 ON	③	4	-	-	1	1
OTP OFF ,SUBNONSTEP1 OFF	1	④	-	-	0	0

K-Map Flip-Flop



	(LOST)(PB_STOP)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

	(LOST)(PB_STOP)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

	(LOST)(PB_STOP)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) \cdot \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} \cdot \overline{PB_STOP} \cdot SHLVD + y1) \cdot (\overline{y2} + LOST)$$

$$y2 = (s2 + y2) \cdot \overline{R2}$$

$$y2 = (LOST + y2) \cdot \overline{PB_STOP}$$

K-Map Output

		(LOST)(PB_STOP)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	1	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-

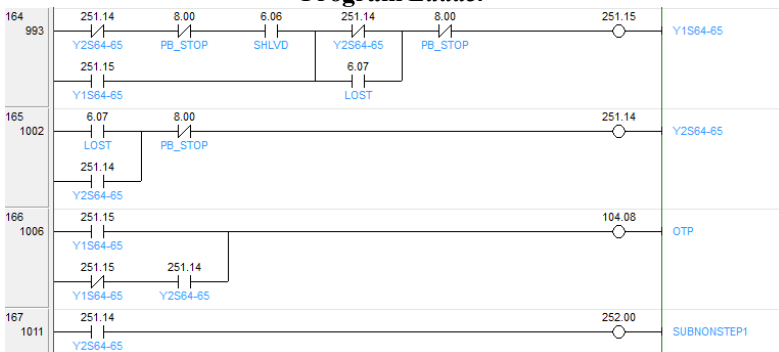
		(LOST)(PB_STOP)			
y1	y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1	0	0	-	-	-
1	1	-	-	-	1
0	1	1	-	-	-
0	0	0	0	-	-

Persamaan K-map Output

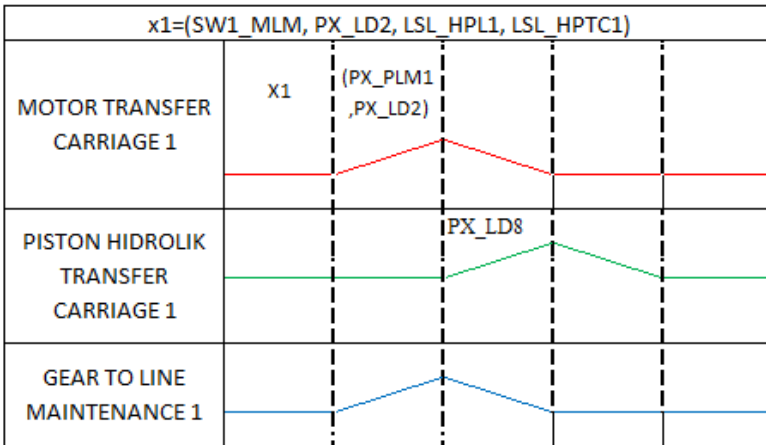
$$OTP = y1 + \overline{y1}.y2$$

$$SUBNONSTEP1 = y2$$

Program Ladder



BAGIAN 33



Flow Tabel

STATE	(PX_PLM1,PX_LD2)(PX_LD8)				MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1	PISTON HIDROLIK TRANSFER CARRIAGE 1	GEAR TO LINE MAINTENANCE 1
	00	01	11	10			
M_TC1 ON ,HP_TC1 OFF, GTLM1_1 ON	①	-	-	2	1	0	1
M_TC1 OFF ,HP_TC1 ON, GTLM1_1 OFF	3	-	-	②	0	1	0
M_TC1 OFF ,HP_TC1 ON, GTLM1_1 OFF	③	4	-	-	0	1	0
M_TC1 OFF ,HP_TC1 OFF, GTLM1_1 OFF	1	④	-	-	0	0	0

K-Map Flip-Flop

$(PX_PLM1, PX_LD2)(PX_LD8)$

y1 y2	00	01	11	10
10	-	-	-	-
11	0	-	-	-
01	0	0	-	-
00	1	0	-	-

	(PX_PLM1 ,PX_LD2)(PX_LD8)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

	(PX_PLM1 ,PX_LD2)(PX_LD8)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PX_PLM1 ,PX_LD2)(PX_LD8)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) . \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} . \overline{PX_LD8} . X1 + y1) . (\overline{y2} + (PX_PLM1 , PX_LD2))$$

$$y1 = (\overline{y2} . \overline{PX_LD8} . (SW1_MLM , PX_LD2 , LSL_HPL1 , LSL_HPTC1) + y1) . (\overline{y2} + (PX_PLM1 , PX_LD2))$$

$$y2 = (s2 + y2) . \overline{R2}$$

$$y2 = ((PX_PLM1 , PX_LD2) + y2) . \overline{PX_LD8}$$

K-Map *Output*

		(PX_PLM1 ,PX_LD2)(PX_LD8)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		1	-	-	-
1 1		-	-	-	0
0 1		0	-	-	-
0 0		0	0	-	-

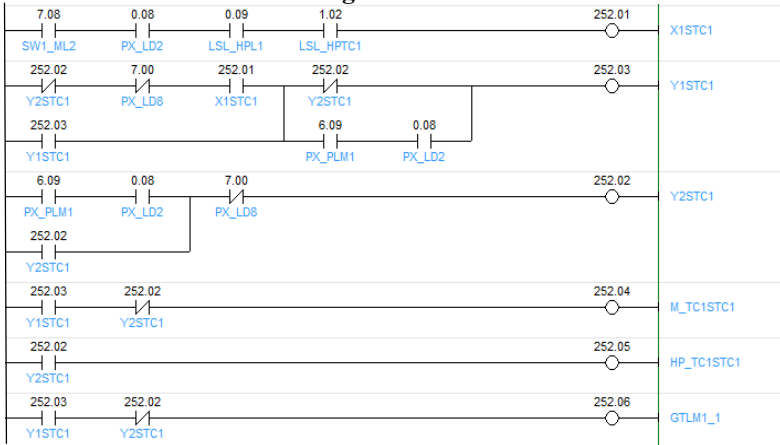
		(PX_PLM1 ,PX_LD2)(PX_LD8)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		0	-	-	-
1 1		-	-	-	1
0 1		1	-	-	-
0 0		0	0	-	-

Persamaan K-map *Output*

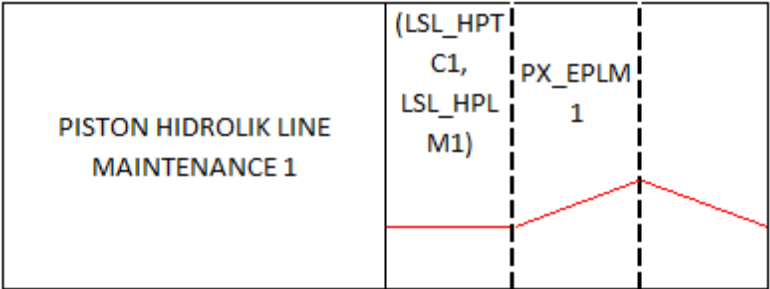
$$M_{TC1} = y1.\overline{y2}$$

$$HP_{TC1} = y2$$

Program Ladder



BAGIAN 34



Flow Tabel

STATE	PX_EPLM1		PISTON HIDROLIK LINE MAINTENANCE 1
	0	1	
HP_LM1 ON	①	2	1
HP_LM1 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PX_EPLM1	
		0	1
y1 y2	1 0	-	-
	1 1	0	-
	0 1	0	-
	0 0	1	-

		PX_EPLM1	
		0	1
y1 y2	1 0	0	0
	1 1	1	0
	0 1	-	-
	0 0	0	-

		PX_EPLM1	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PX_EPLM1	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (\overline{y2}.LSL_HPTC1.LSL_HPLM1 + y1).(\overline{y2} + PX_EPLM1)$$

$$y2 = (s2 + y2).\overline{R2}$$

$$y2 = (PX_EPLM1 + y2).y1$$

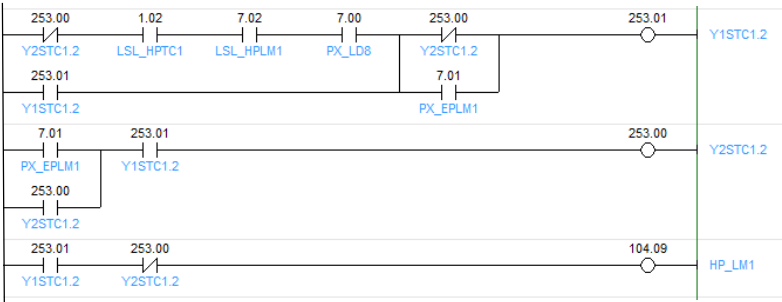
K-Map Output

		PX_EPLM1	
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

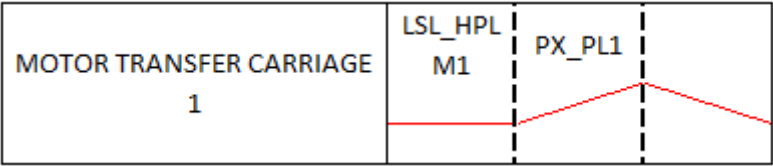
Persamaan K-map *Output*

$$HP_LM1 = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



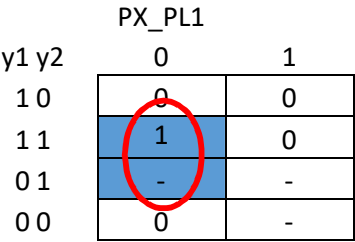
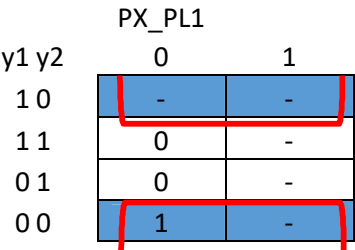
BAGIAN 35



Flow Tabel

STATE	PX_PL1		MOTOR TRANSFER CARRIAGE 1
	0	1	
M_TC1 ON	①	2	1
M_TC1 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop



		PX_PL1	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PX_PL1	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}.LSL_HPLM1 + y1).(\overline{y2} + PX_PL1)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (PX_PL1 + y2). y1$$

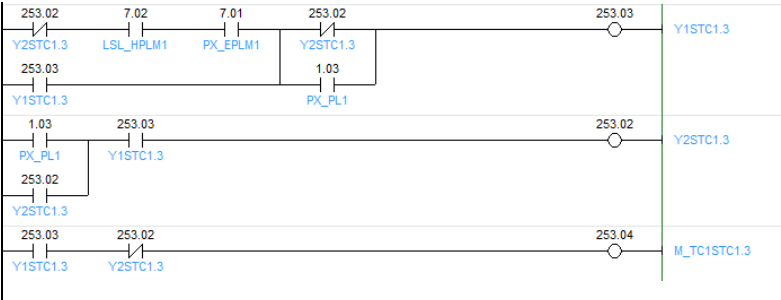
K-Map Output

		PX_PL1	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

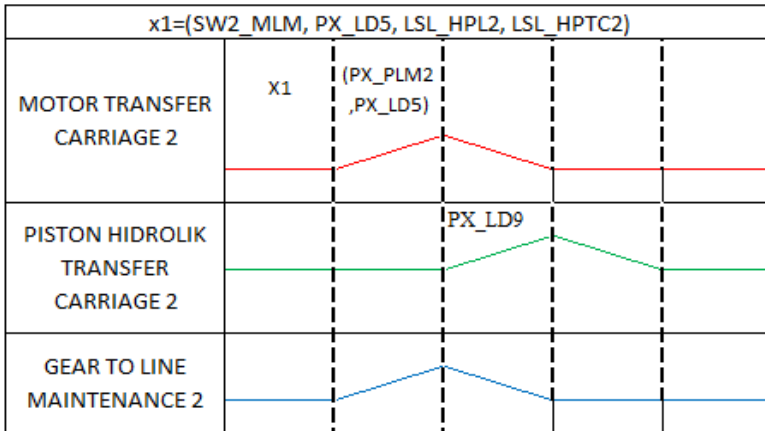
Persamaan K-map *Output*

$$M_{TC1} = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



BAGIAN 36



Flow Tabel

state	(PX_PLM2,PX_LD5)(PX_LD9)				MOTOR TRANSFER CARRIAGE 2	TRANSFER CARRIAGE 2
	00	01	11	10		
M_TC2 ON ,HP_TC2 OFF, GTLM2_2 ON	①	-	-	2	1	0
M_TC2 OFF ,HP_TC2 ON, GTLM2_2 OFF	3	-	-	②	0	1
M_TC2 OFF ,HP_TC2 ON, GTLM2_2 OFF	③	4	-	-	0	1
M_TC2 OFF ,HP_TC2 OFF, GTLM2_2 OFF	1	④	-	-	0	0

K-Map Flip-Flop

$(PX_PLM2 ,PX_LD5)(PX_LD9)$

y1 y2	00	01	11	10
10	-	-	-	-
11	0	-	-	-
01	0	0	-	-
00	1	0	-	-

	(PX_PLM2 ,PX_LD5)(PX_LD9)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	0
1 1	1	-	-	0
0 1	-	-	-	-
0 0	0	-	-	-

	(PX_PLM2 ,PX_LD5)(PX_LD9)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	0	-	-	1
1 1	-	-	-	-
0 1	-	0	-	-
0 0	0	0	-	-

	(PX_PLM2 ,PX_LD5)(PX_LD9)			
y1 y2	0 0	0 1	1 1	1 0
1 0	-	-	-	0
1 1	0	-	-	0
0 1	0	1	-	-
0 0	-	-	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1) . \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2} . \overline{PX_LD9} . X1 + y1) . (\overline{y2} + (PX_PLM2 , PX_LD5))$$

$$y1 = (\overline{y2} . \overline{PX_LD9} . (SW2_MLM , PX_LD5 , LSL_HPL2 , LSL_HPTC2) + y1) . (\overline{y2} + (PX_PLM2 , PX_LD5))$$

$$y2 = (s2 + y2) . \overline{R2}$$

$$y2 = ((PX_PLM2 , PX_LD5) + y2) . \overline{PX_LD9}$$

K-Map *Output*

		(PX_PLM2 ,PX_LD5)(PX_LD9)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		1	-	-	-
1 1		-	-	-	0
0 1		0	-	-	-
0 0		0	0	-	-

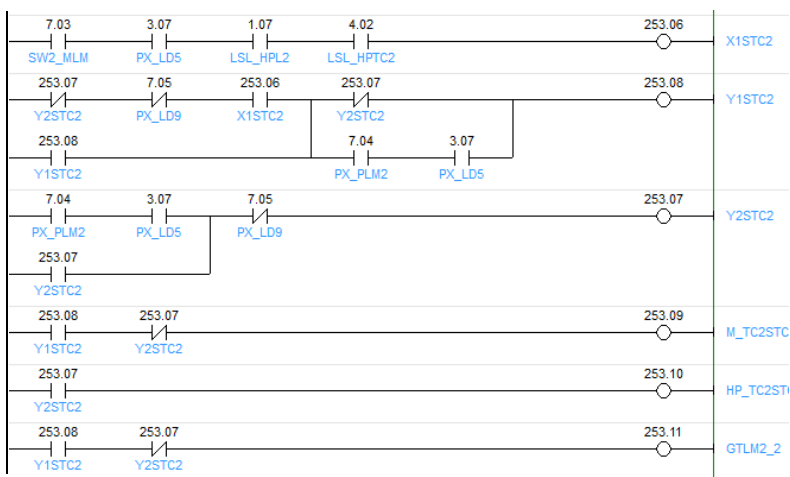
		(PX_PLM2 ,PX_LD5)(PX_LD9)			
y1 y2		0 0	0 1	1 1	1 0
1 0		0	-	-	-
1 1		-	-	-	1
0 1		1	-	-	-
0 0		0	0	-	-

Persamaan K-map *Output*

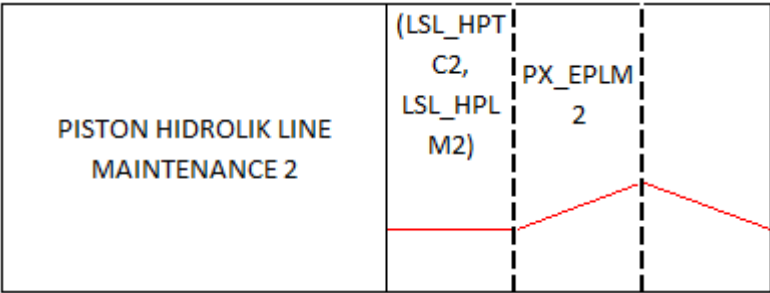
$$M_{TC2} = y1.\overline{y2}$$

$$HP_{TC2} = y2$$

Program *Ladder*



BAGIAN 37



Flow Tabel

STATE	PX_EPLM2		PISTON HIDROLIK LINE MAINTENANCE 2
	0	1	
HP_LM2 ON	①	2	1
HP_LM2 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PX_EPLM2	
		0	1
y1	y2	-	-
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		PX_EPLM2	
		0	1
y1	y2	0	0
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		PX_EPLM2	
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PX_EPLM2	
y1	y2	0	1
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (\overline{y2}.LSL_HPTC2.LSL_HPLM2 + y1).(\overline{y2} + PX_EPLM2)$$

$$y2 = (s2 + y2).\overline{R2}$$

$$y2 = (PX_EPLM2 + y2).y1$$

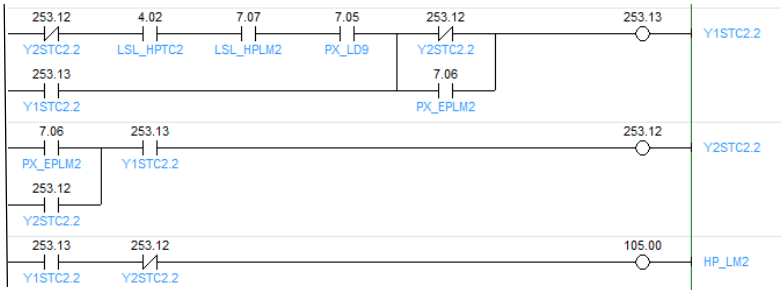
K-Map Output

		PX_EPLM2	
y1	y2	0	1
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

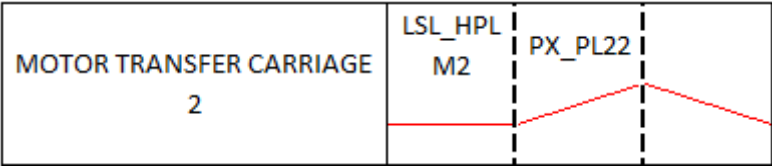
Persamaan K-map *Output*

$$HP_LM2 = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu



BAGIAN 38



Flow Tabel

STATE	PX_PL22		MOTOR TRANSFER CARRIAGE 2
	0	1	
M_TC2 ON	①	2	1
M_TC2 OFF	1	②	0

K-Map Flip-Flop

		PX_PL22	
y1	y2	0	1
1	0	-	-
1	1	0	-
0	1	0	-
0	0	1	-

		PX_PL22	
y1	y2	0	1
1	0	0	0
1	1	1	0
0	1	-	-
0	0	0	-

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2	0	1
1	0	0	1
1	1	-	-
0	1	0	-
0	0	0	-

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2	-	0
1	0	-	0
1	1	0	0
0	1	1	-
0	0	-	-

Switching Function

$$y1 = (s1 + y1). \overline{R1}$$

$$y1 = (\overline{y2}.LSL_HPLM2 + y1).(\overline{y2} + PX_PL22)$$

$$y2 = (s2 + y2). \overline{R2}$$

$$y2 = (PX_PL22 + y2). y1$$

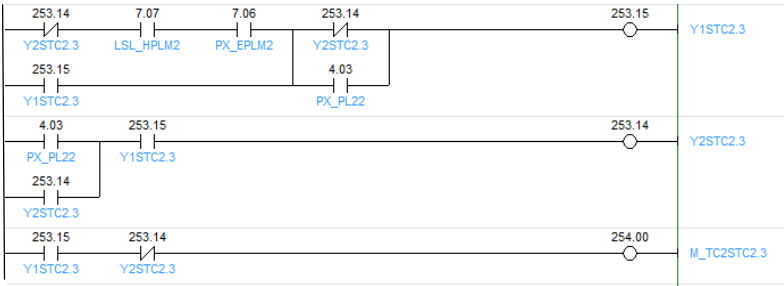
K-Map Output

		PX_PL22	
		0	1
y1	y2	1	-
1	0	1	-
1	1	-	0
0	1	A1	-
0	0	A2	-

Persamaan K-map *Output*

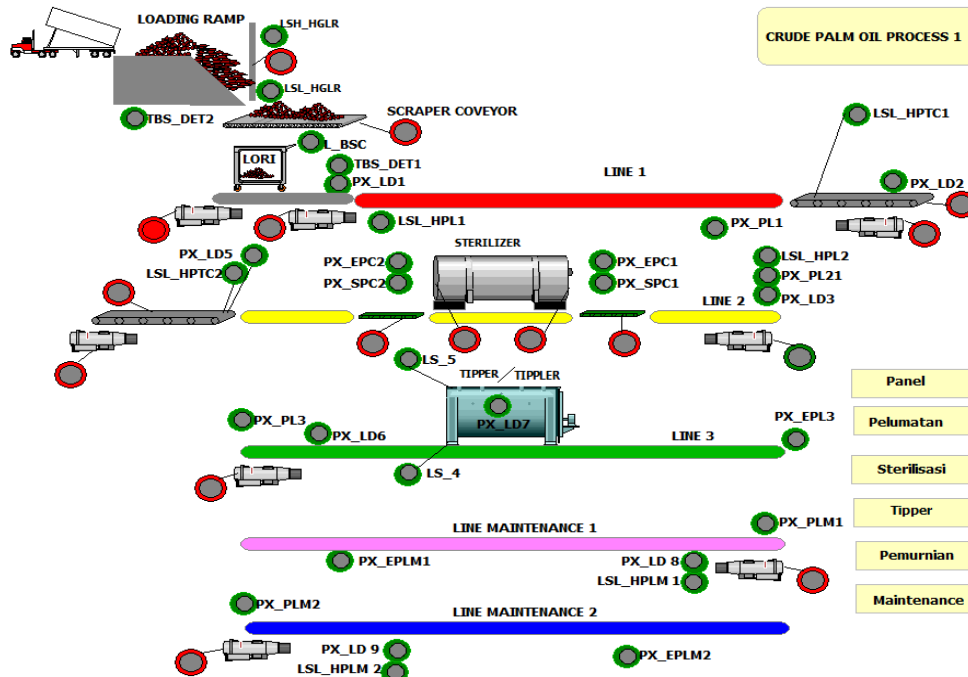
$$M_{TC2} = y1.\overline{y2}$$

Program *Ladder* Syarat Perlu

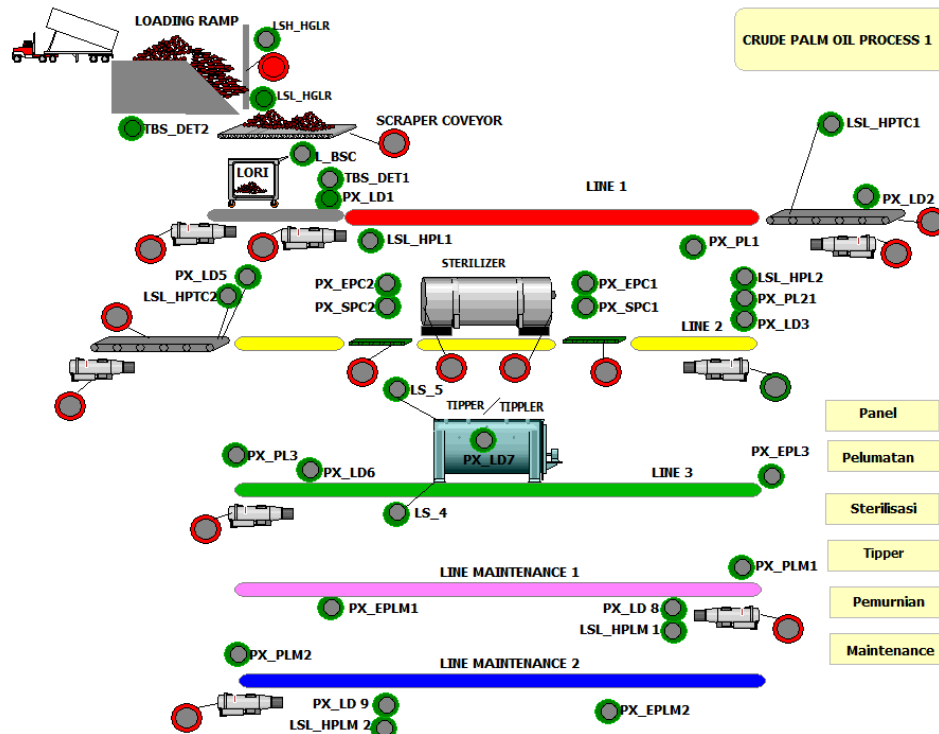


C. Langkah Simulasi HMI *Crude Palm Oil Process*

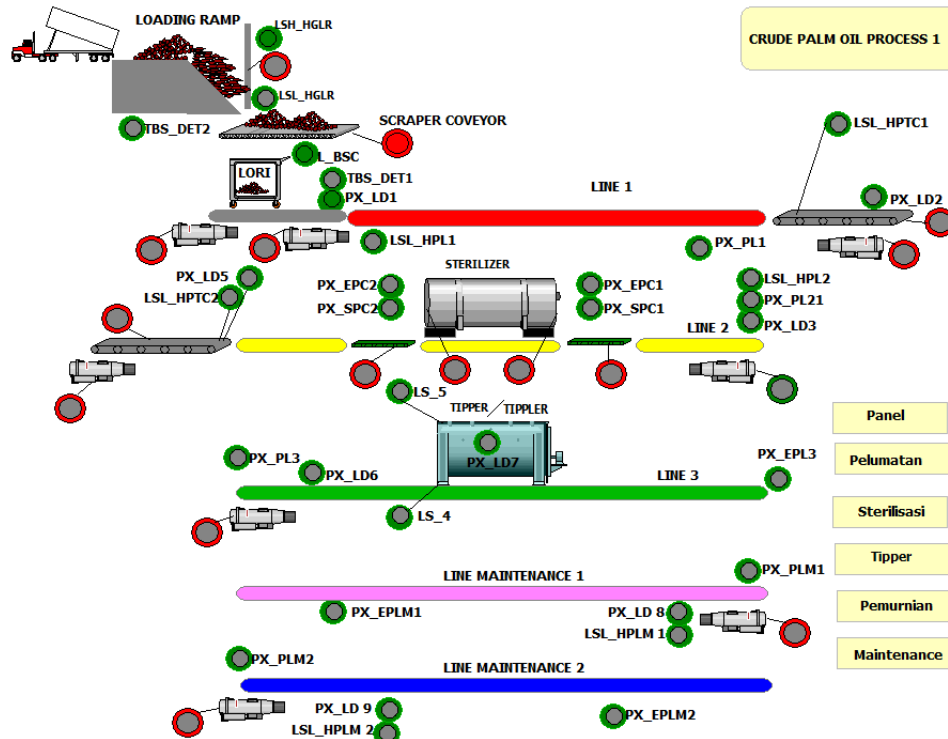
BAGIAN 1



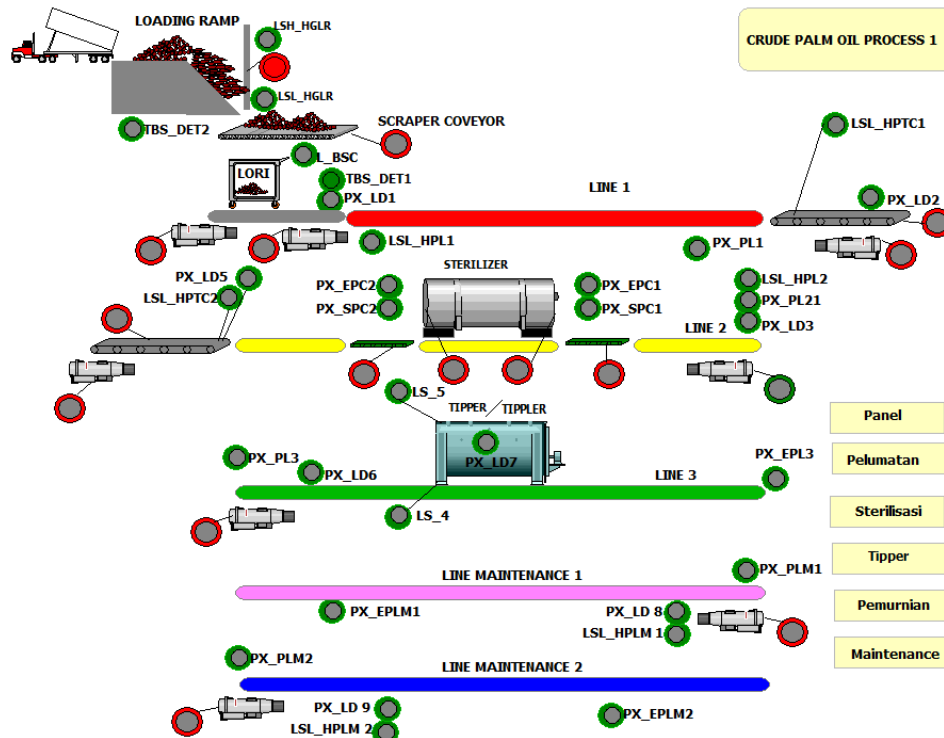
BAGIAN 2



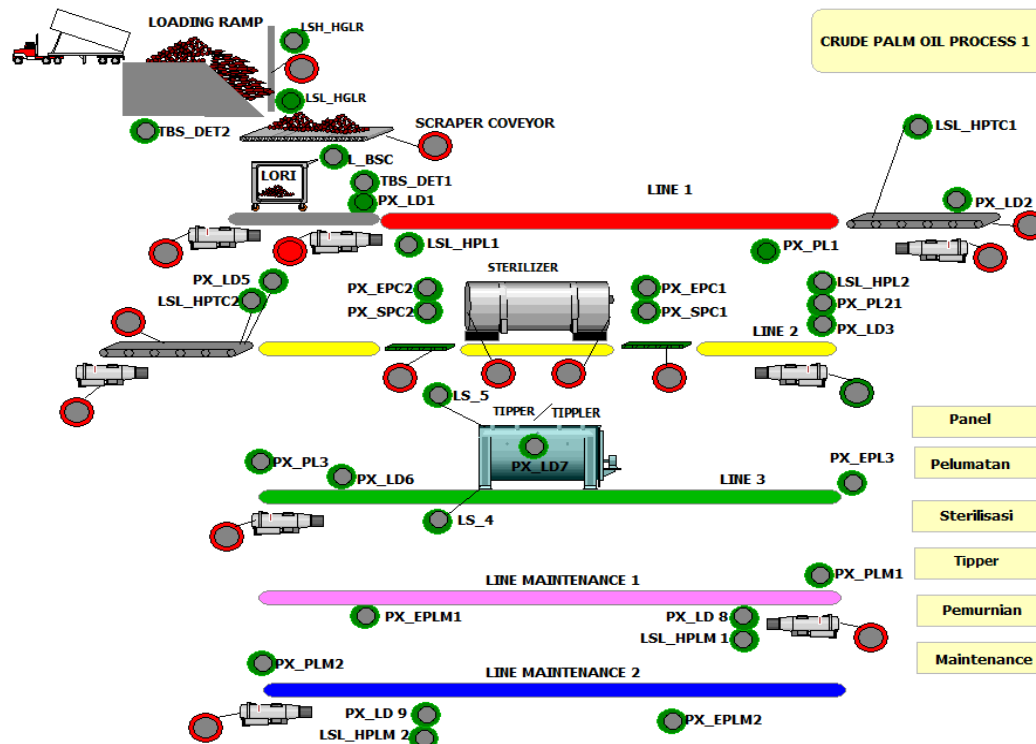
BAGIAN 3



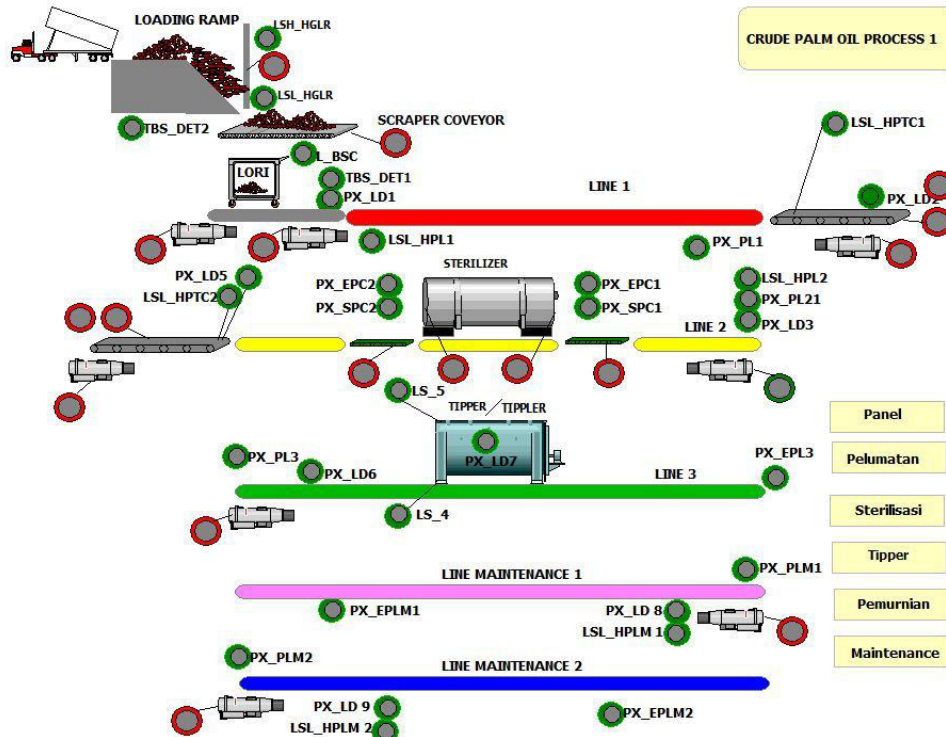
BAGIAN 4



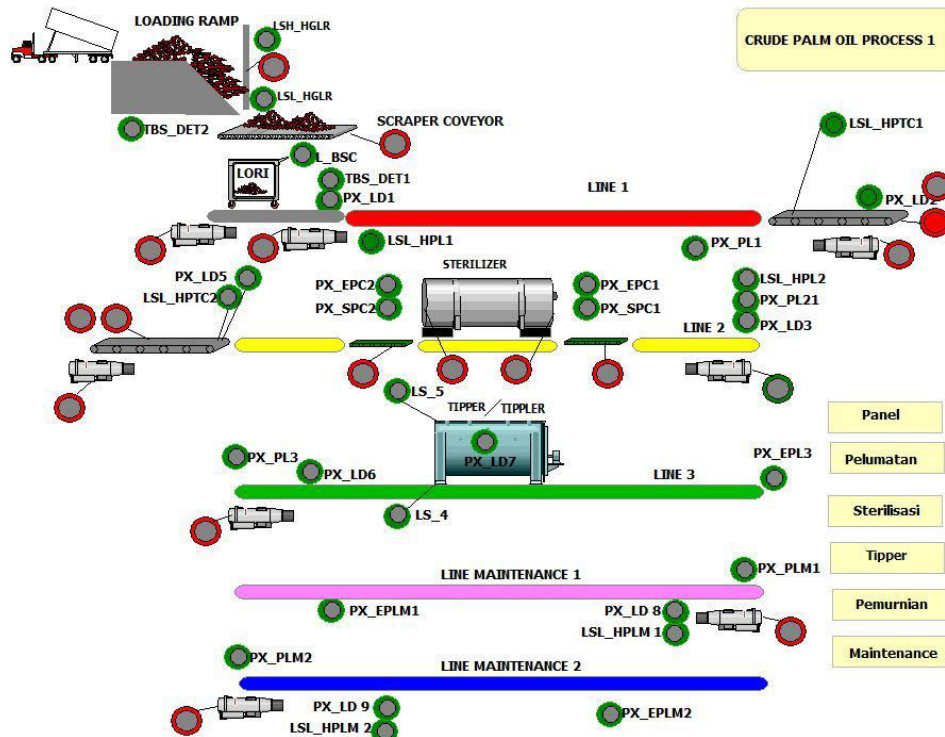
BAGIAN 5



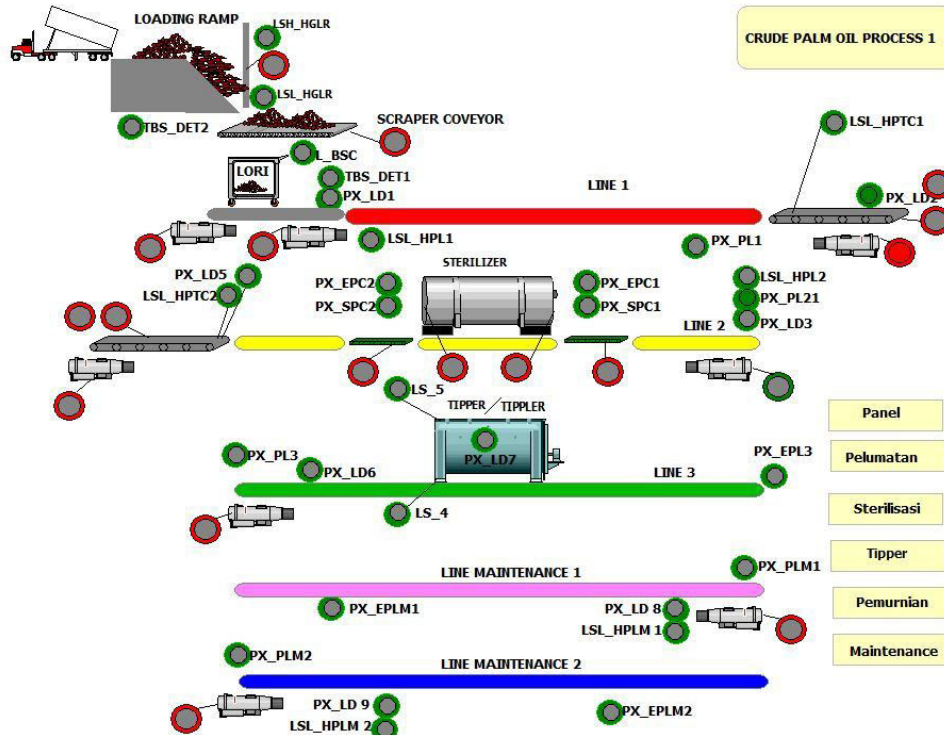
BAGIAN 6



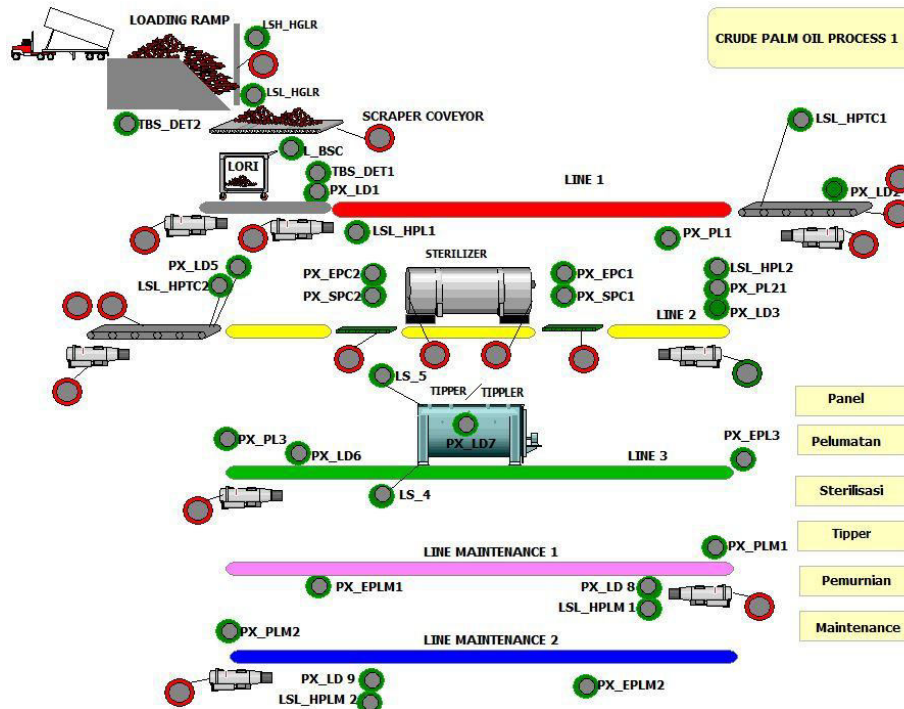
BAGIAN 7



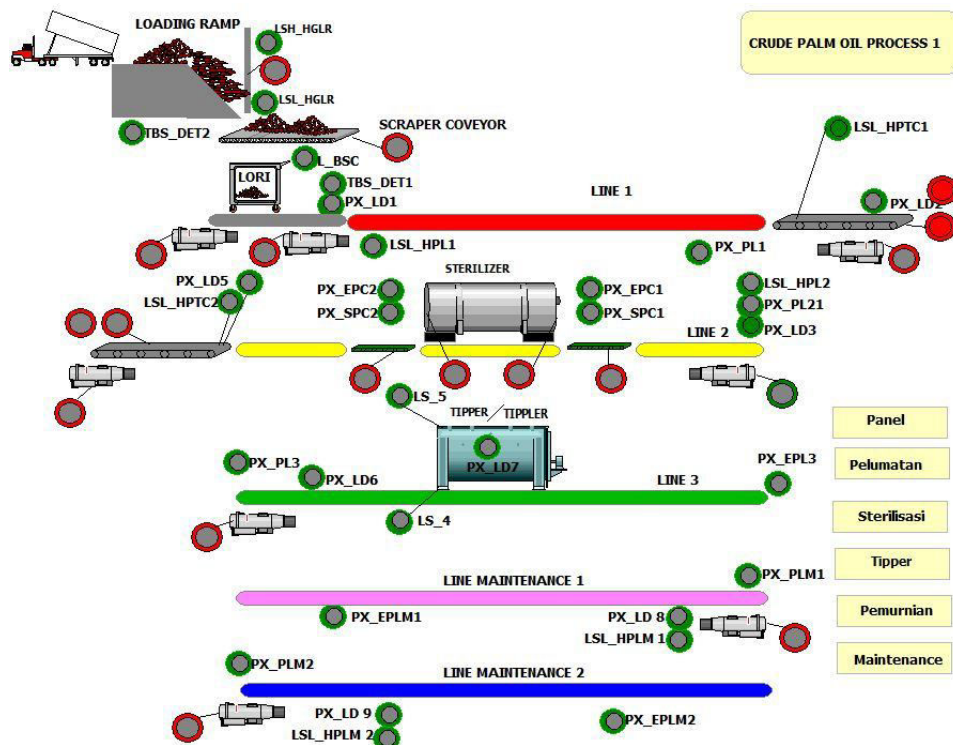
BAGIAN 8



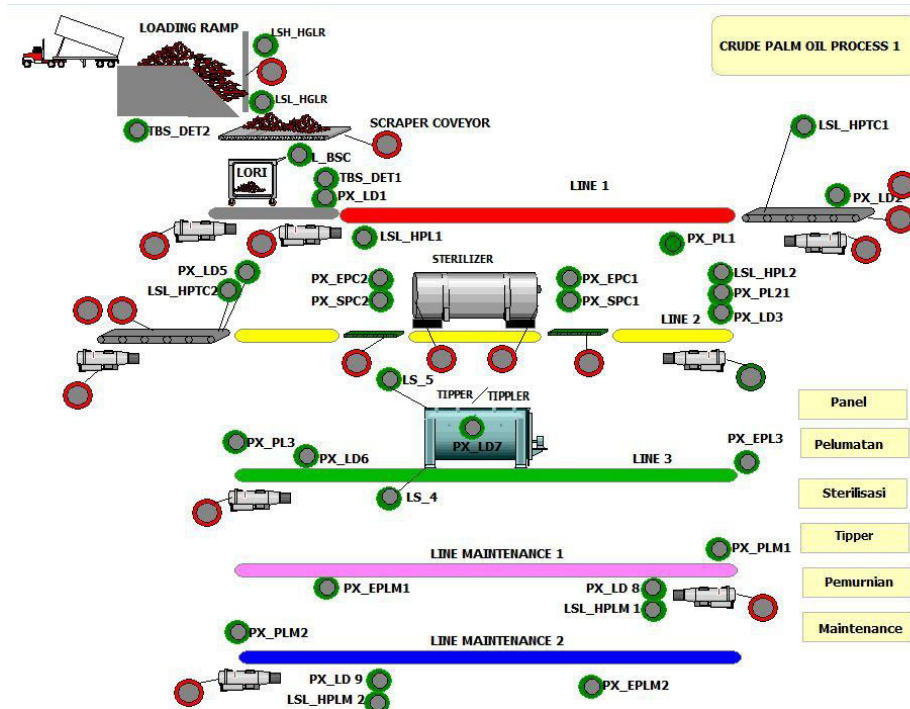
BAGIAN 9



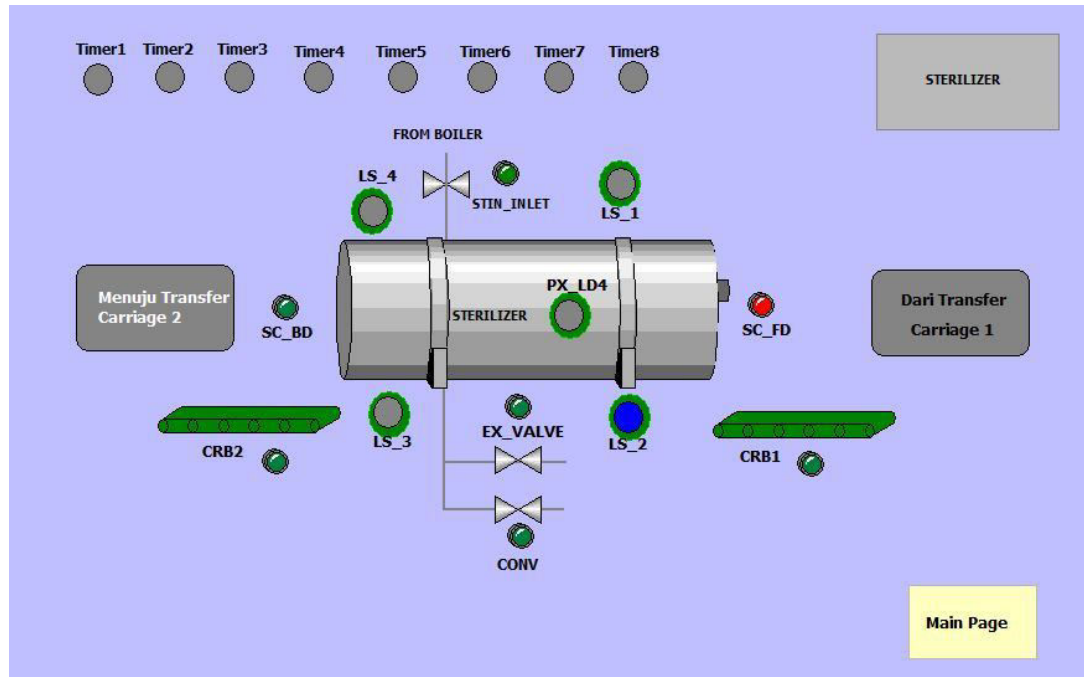
BAGIAN 10



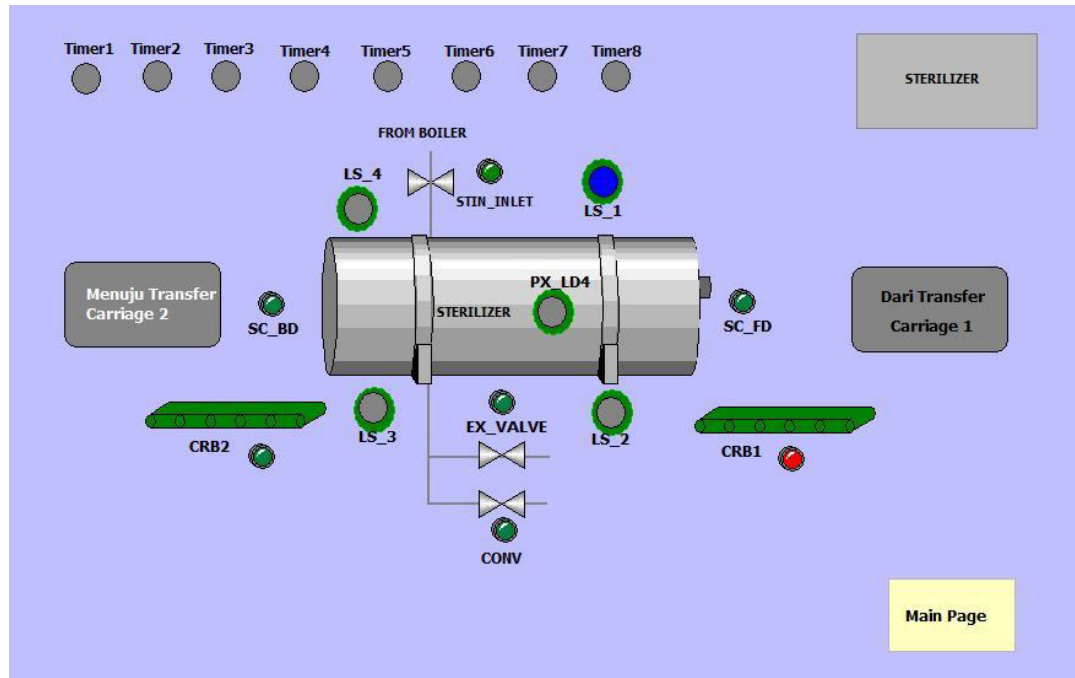
BAGIAN 11



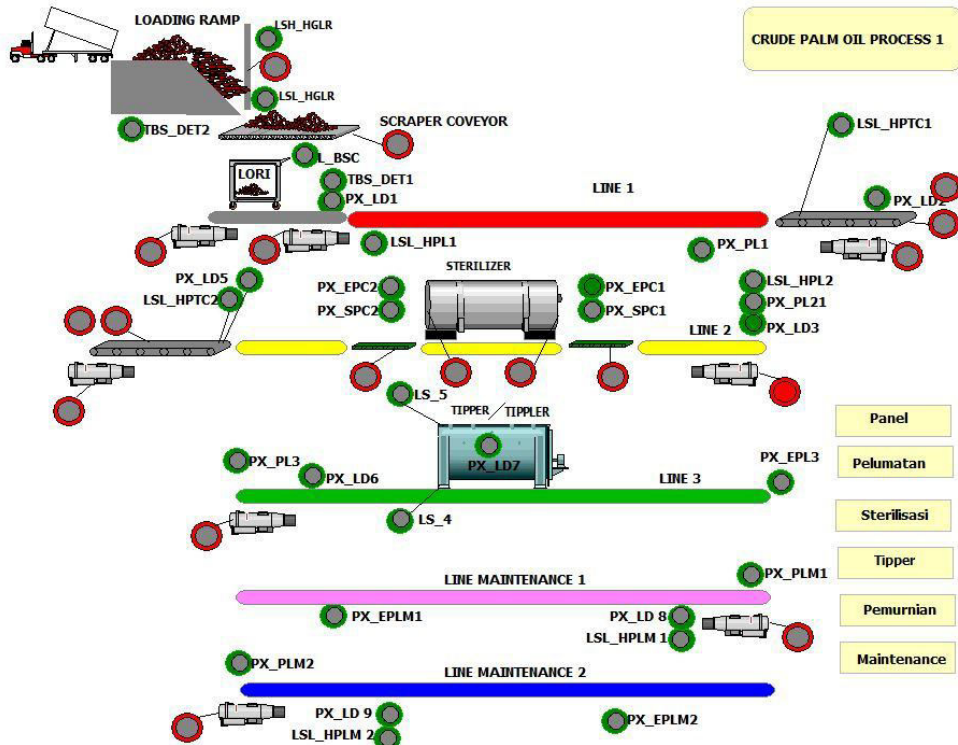
BAGIAN 12



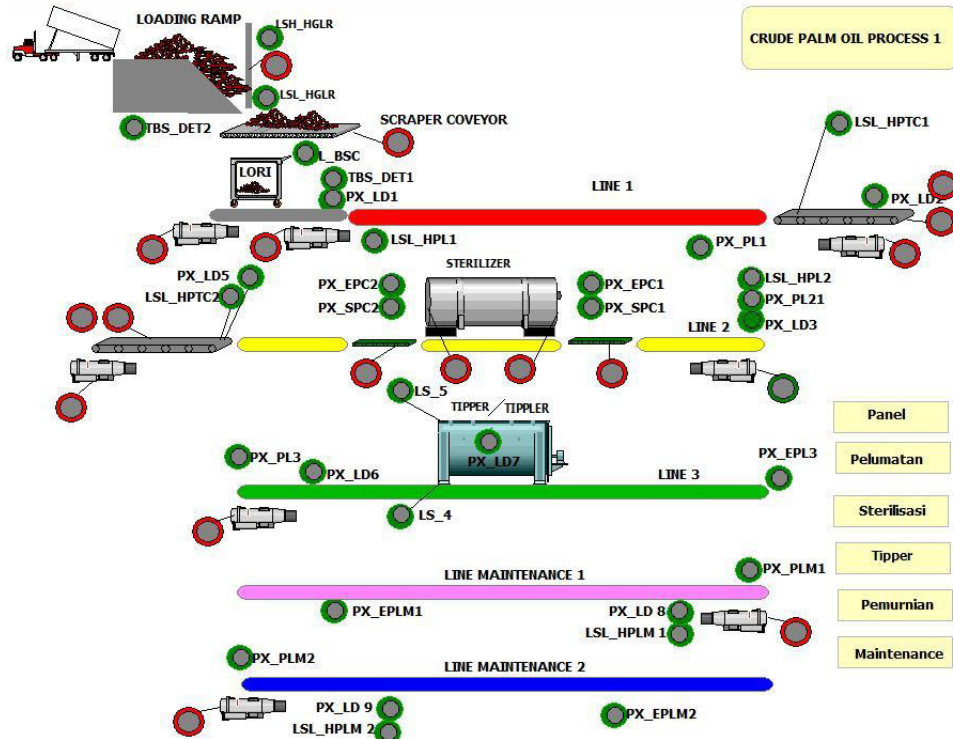
BAGIAN 13



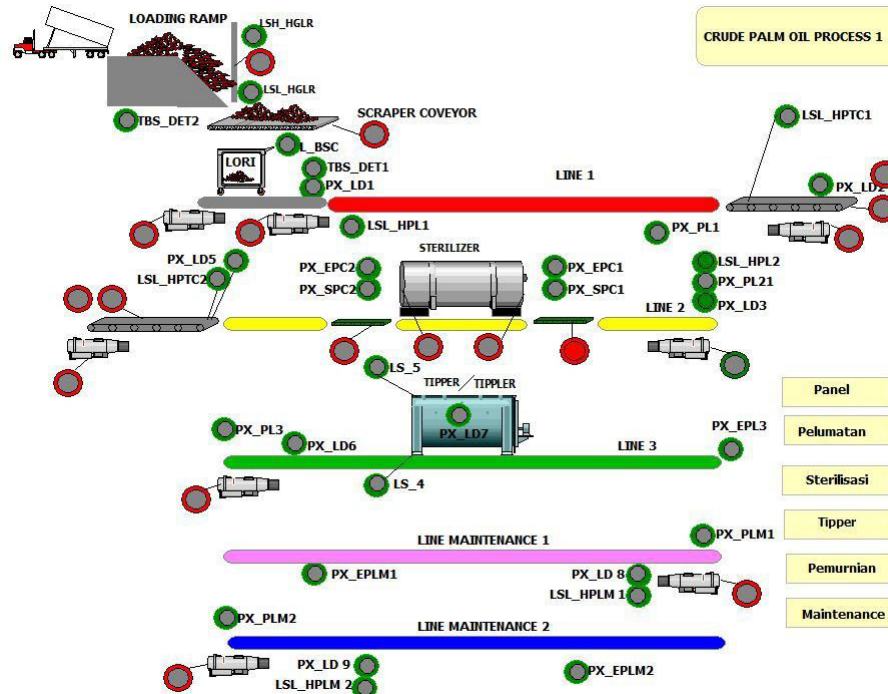
BAGIAN 14



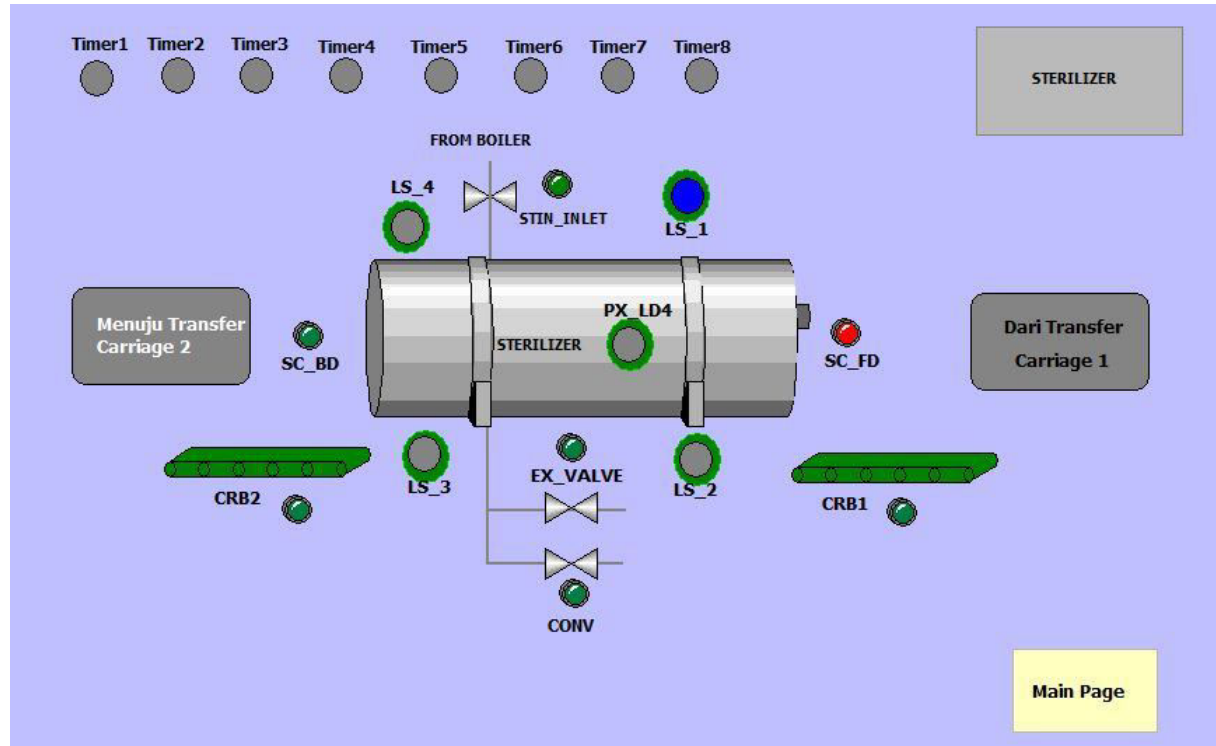
BAGIAN 15



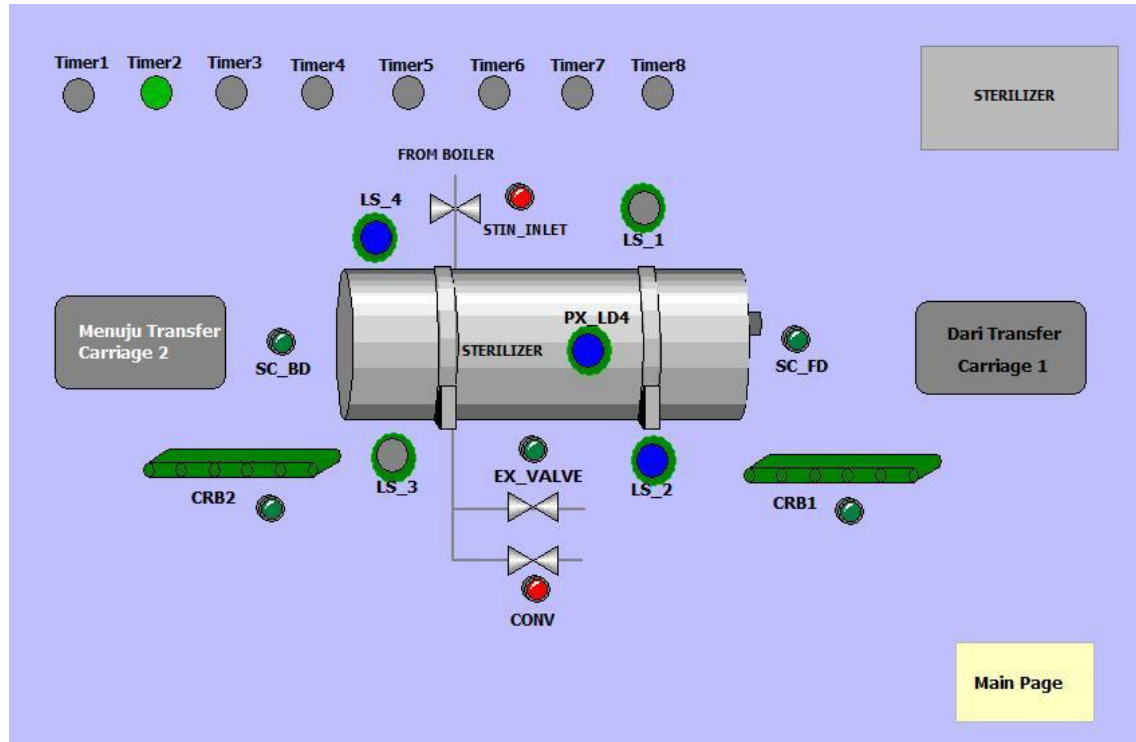
BAGIAN 16



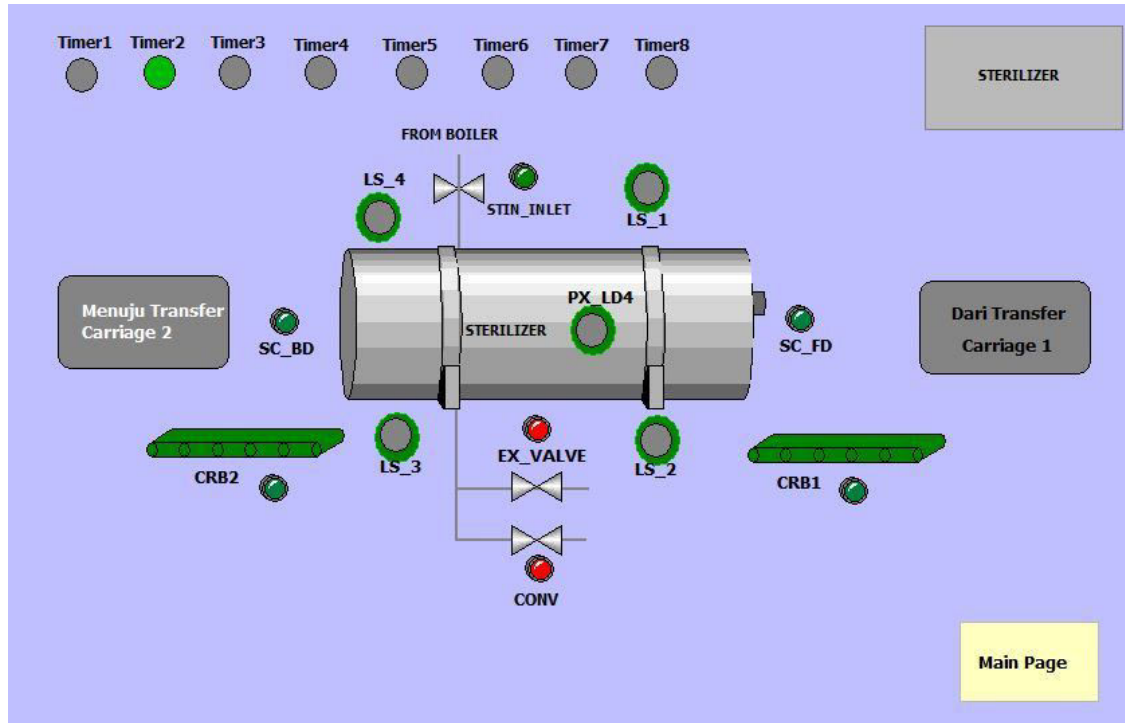
BAGIAN 17



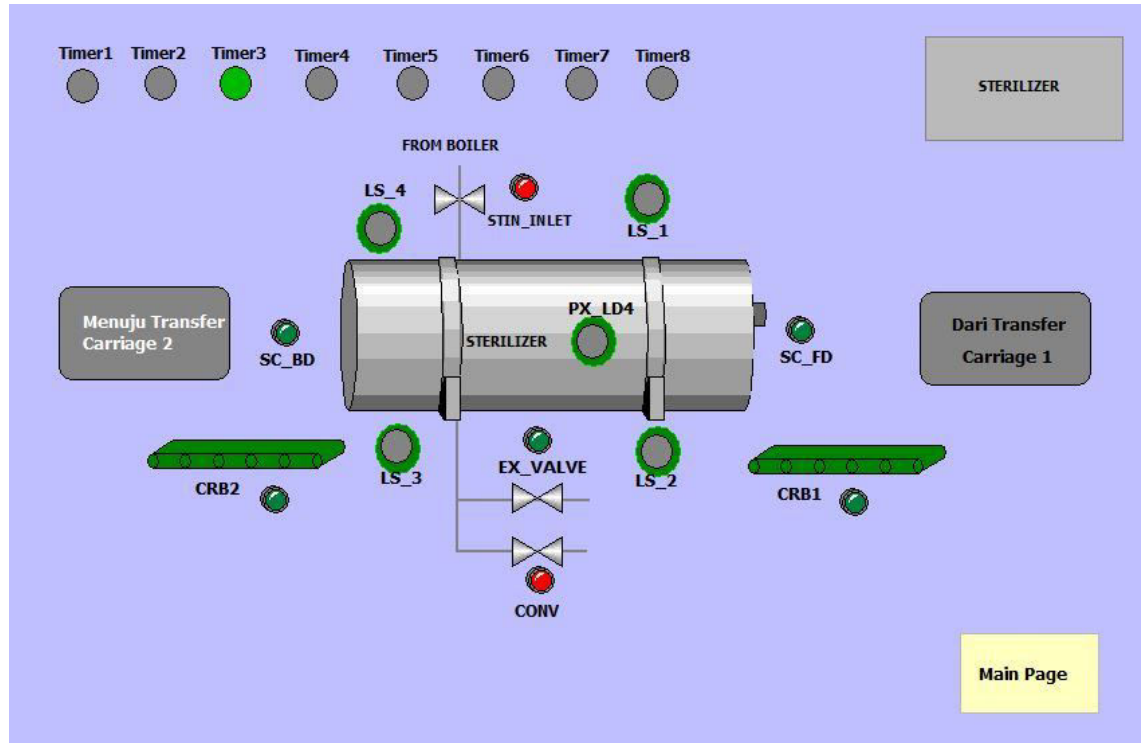
BAGIAN 18



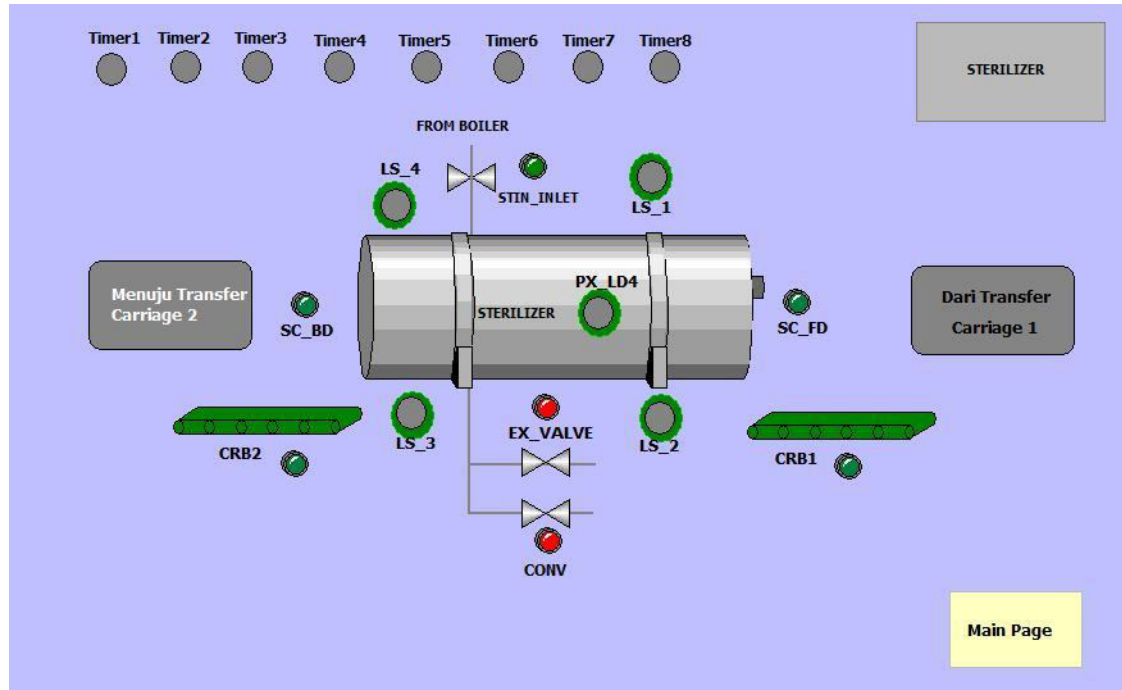
BAGIAN 21



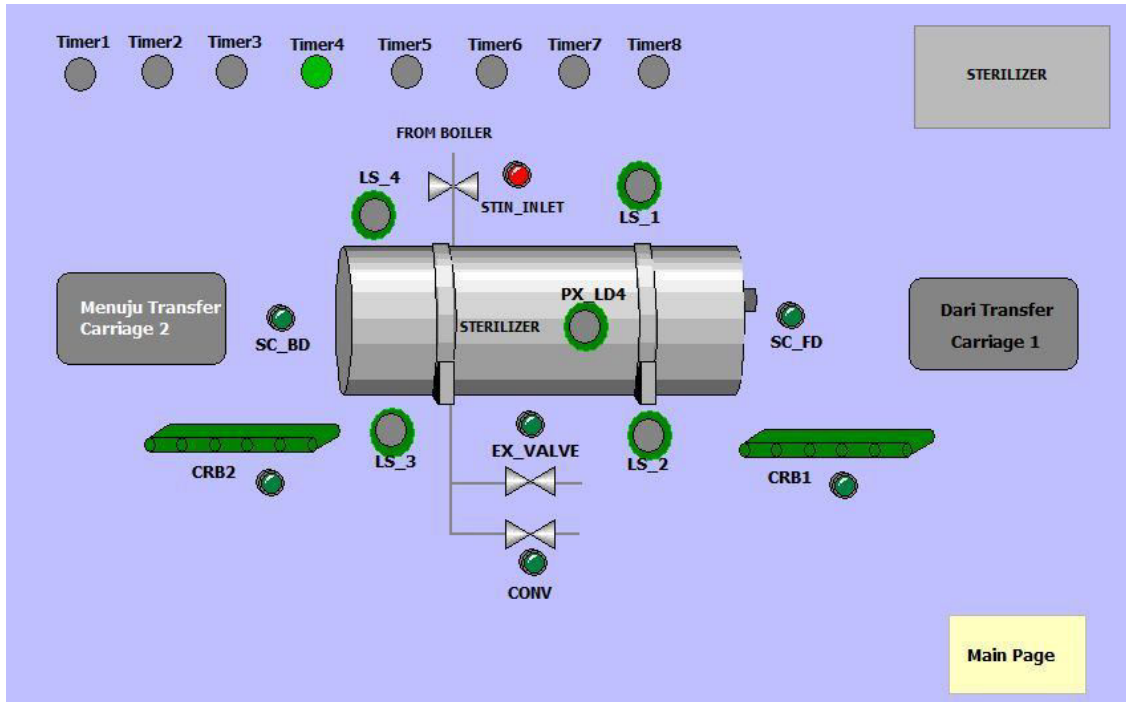
BAGIAN 22



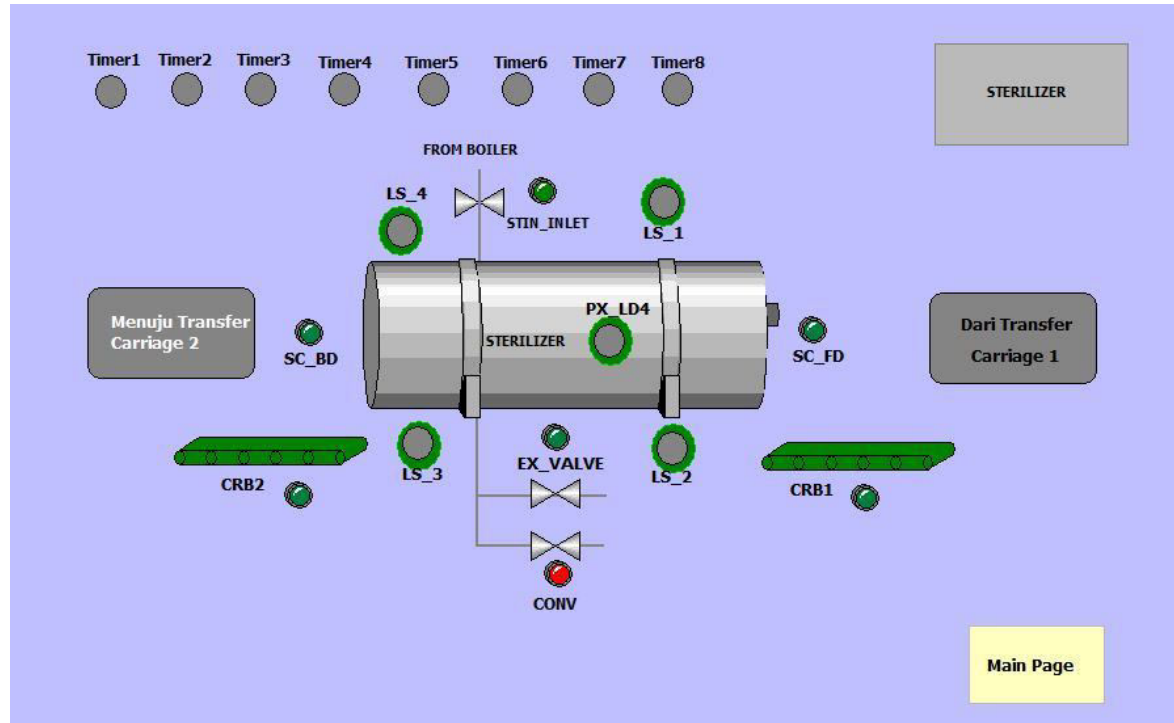
BAGIAN 23



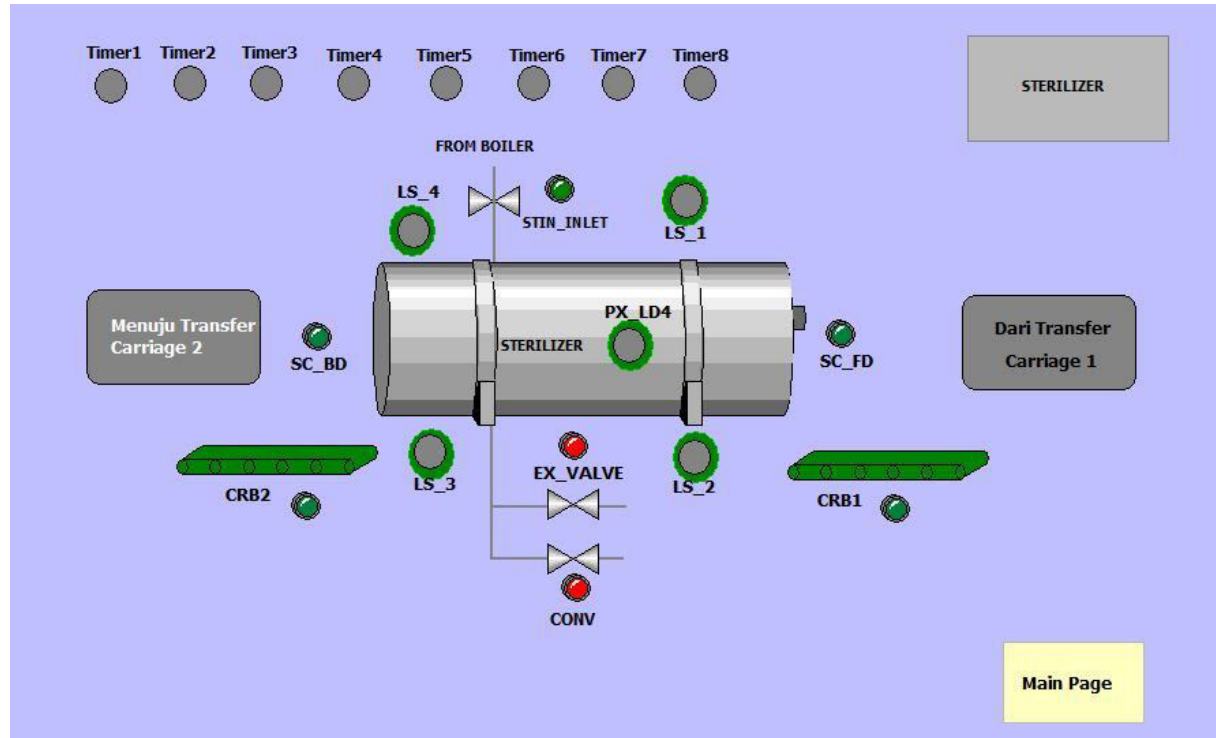
BAGIAN 24



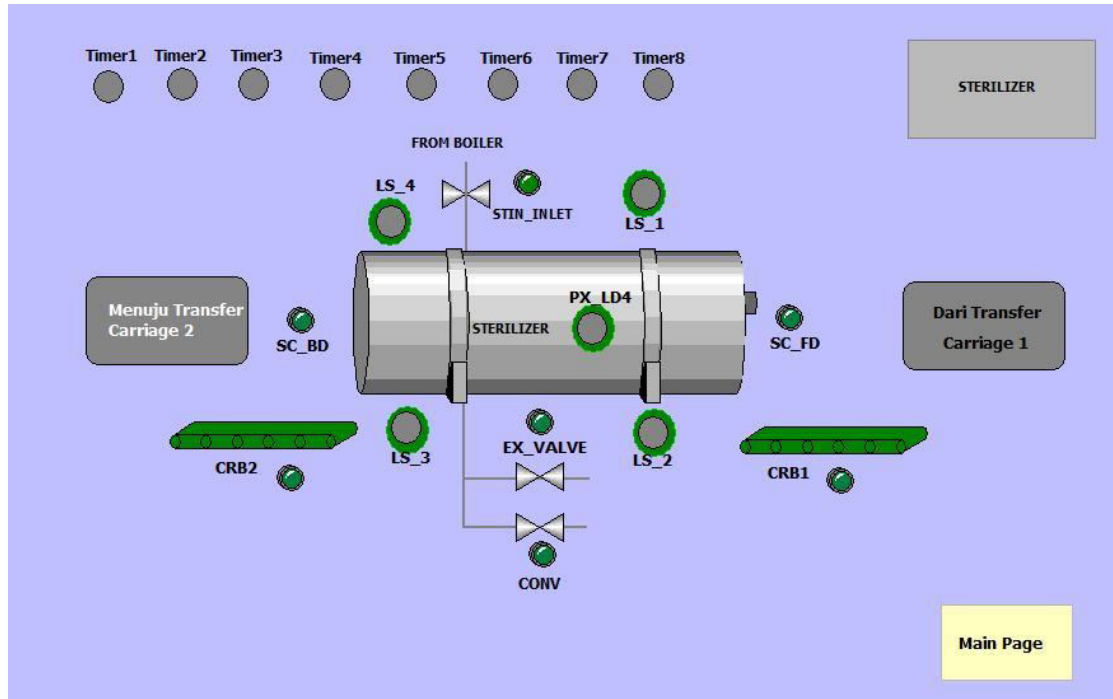
BAGIAN 25



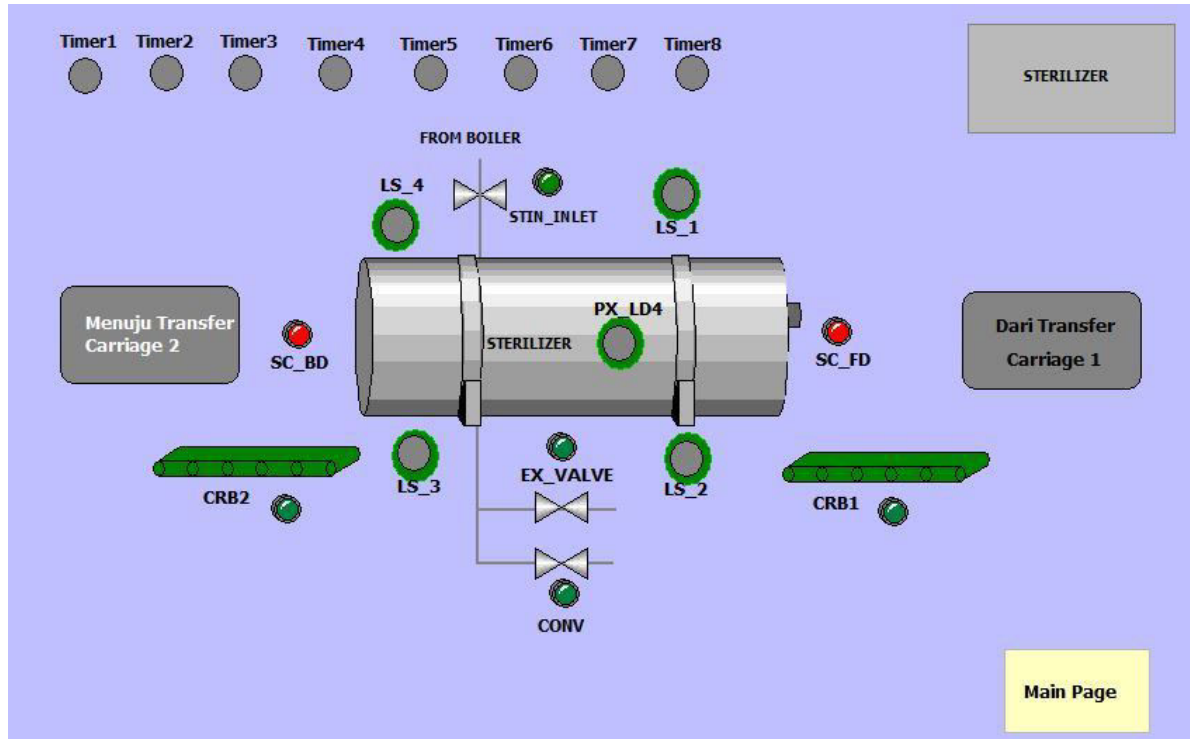
BAGIAN 26



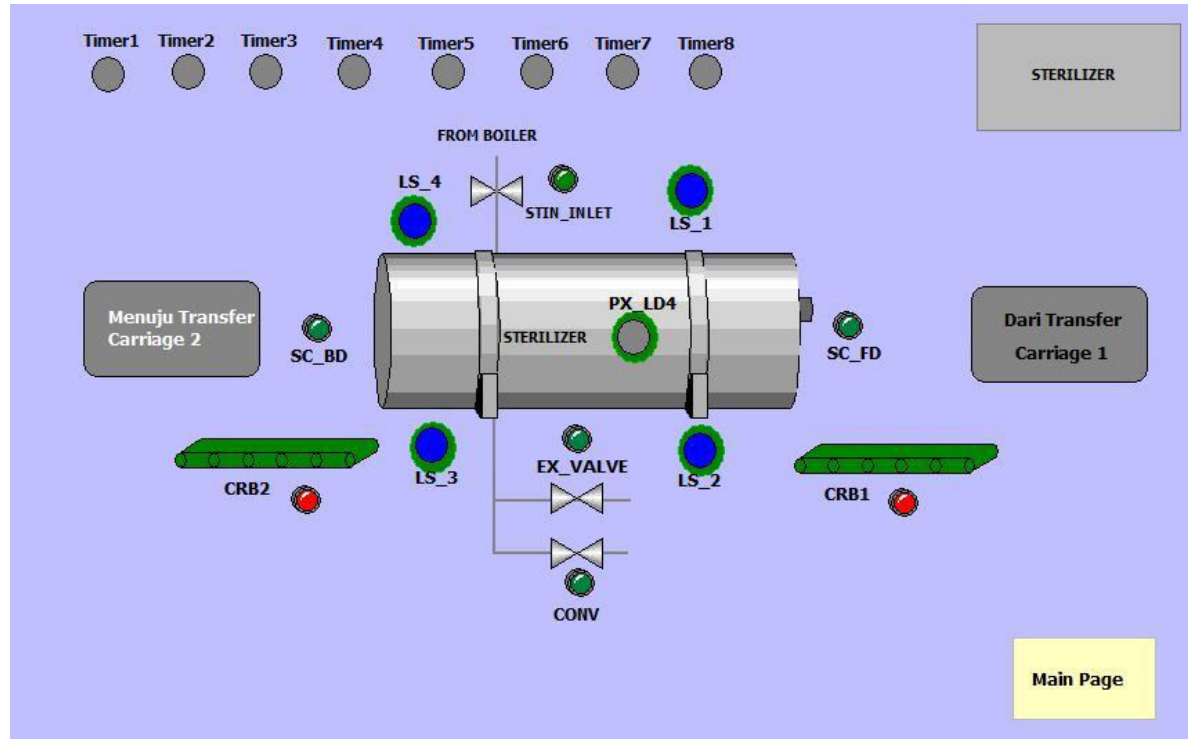
BAGIAN 30



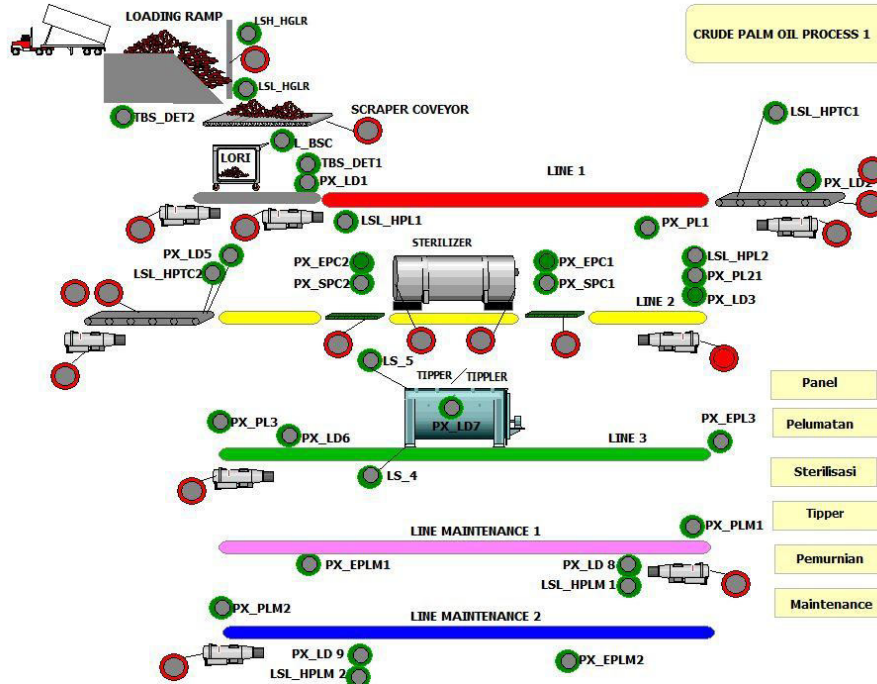
BAGIAN 31



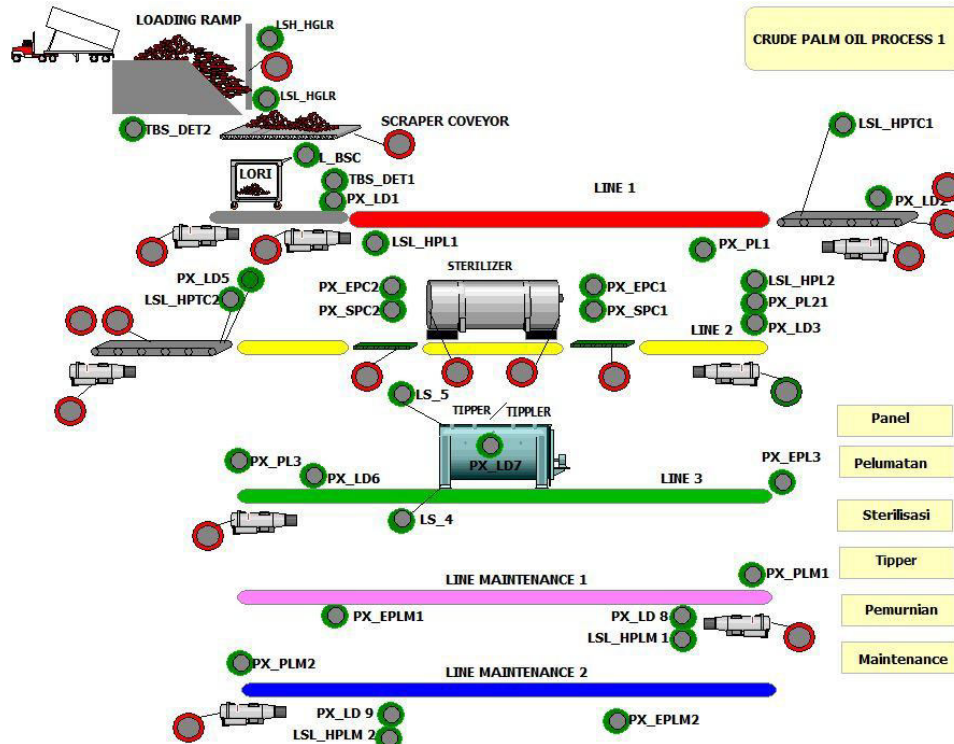
BAGIAN 32



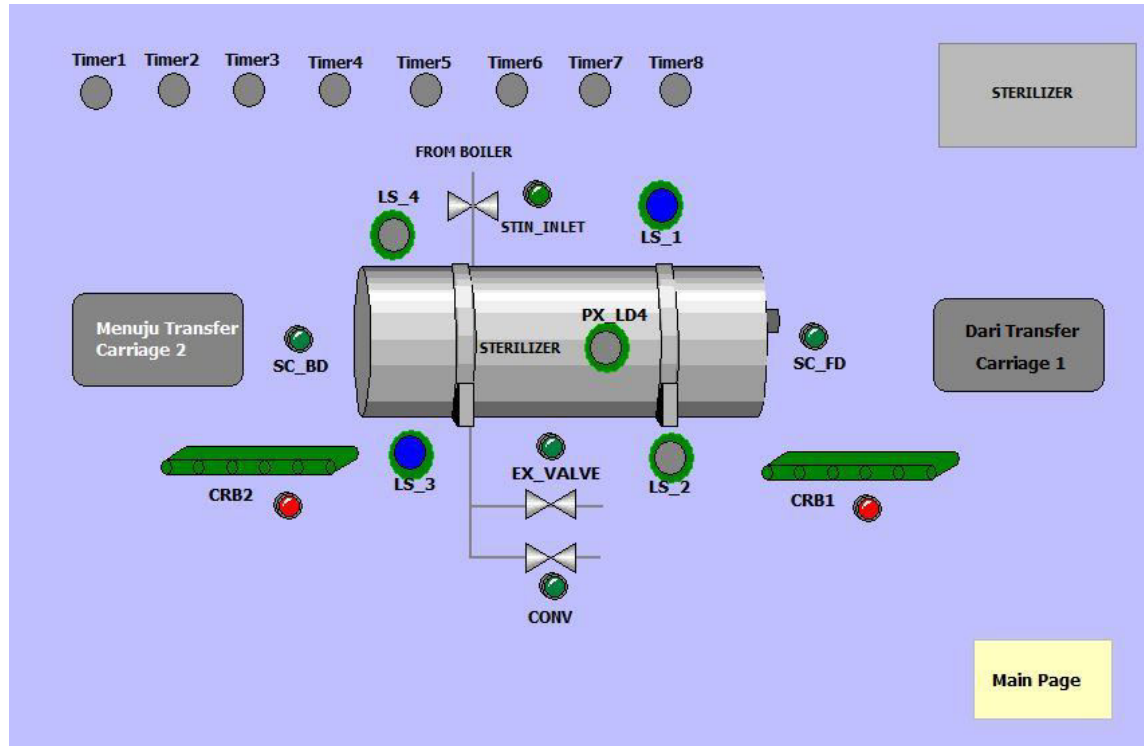
BAGIAN 33



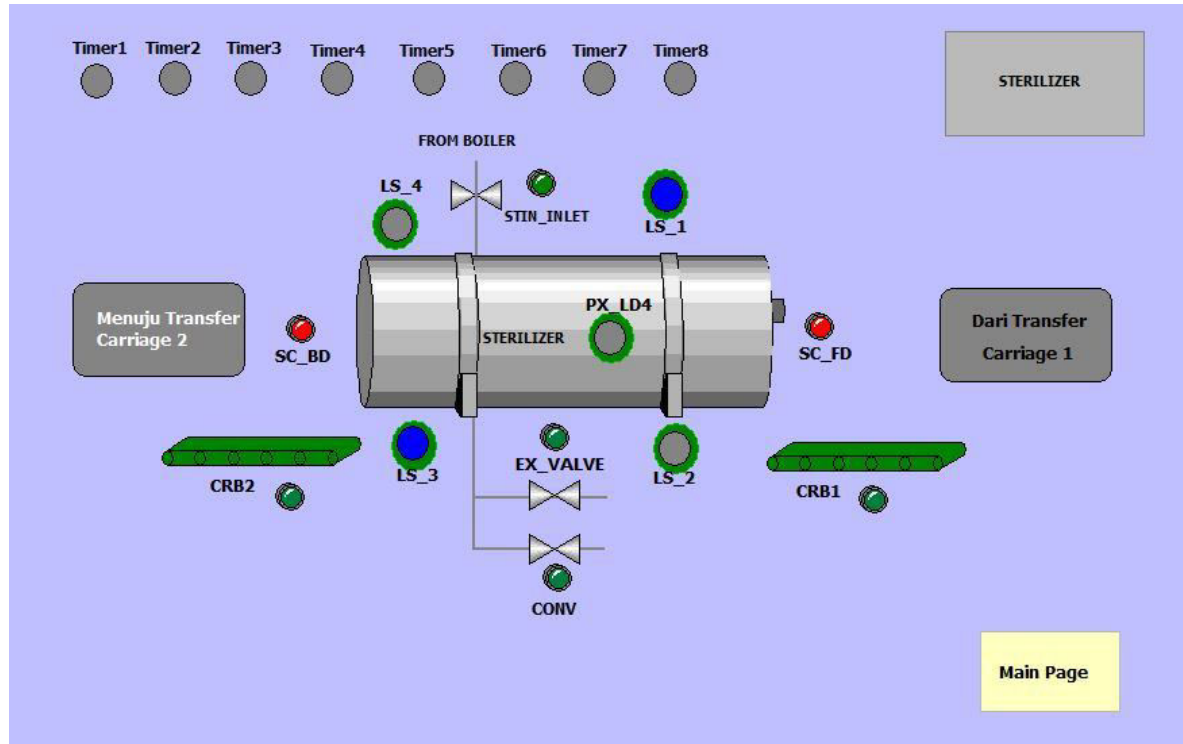
BAGIAN 34



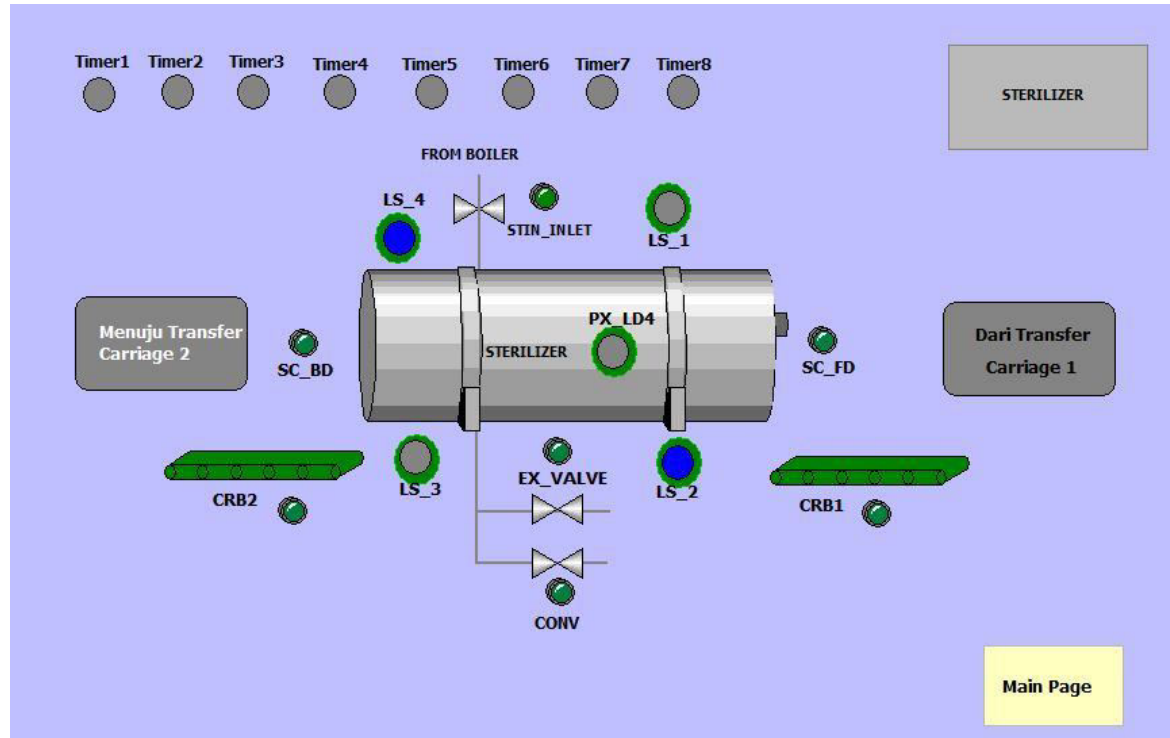
BAGIAN 35



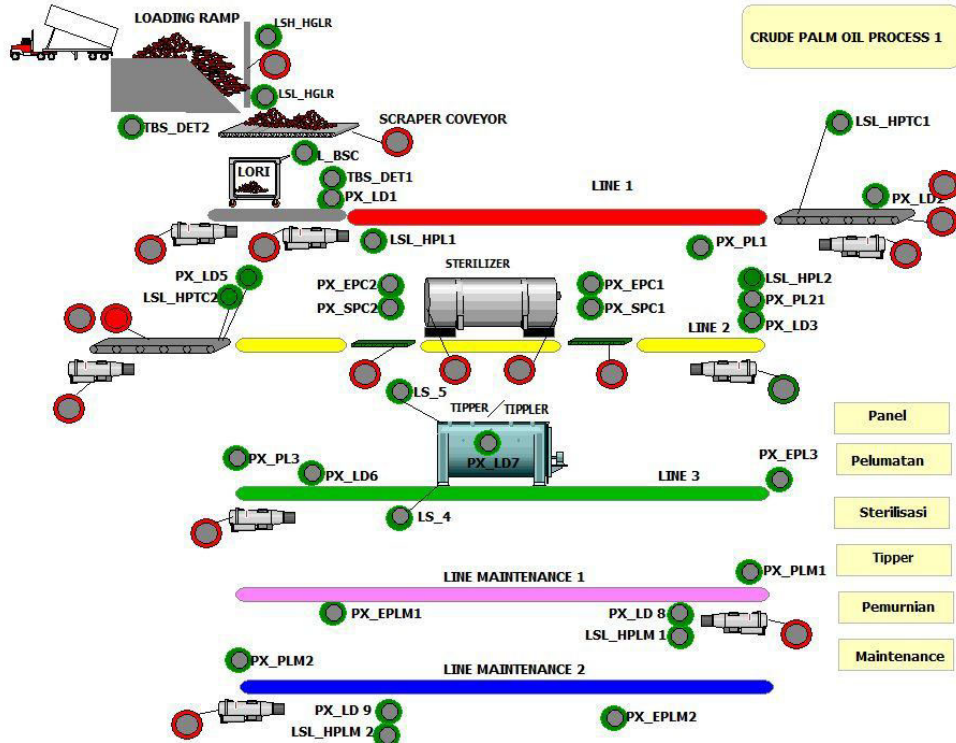
BAGIAN 36



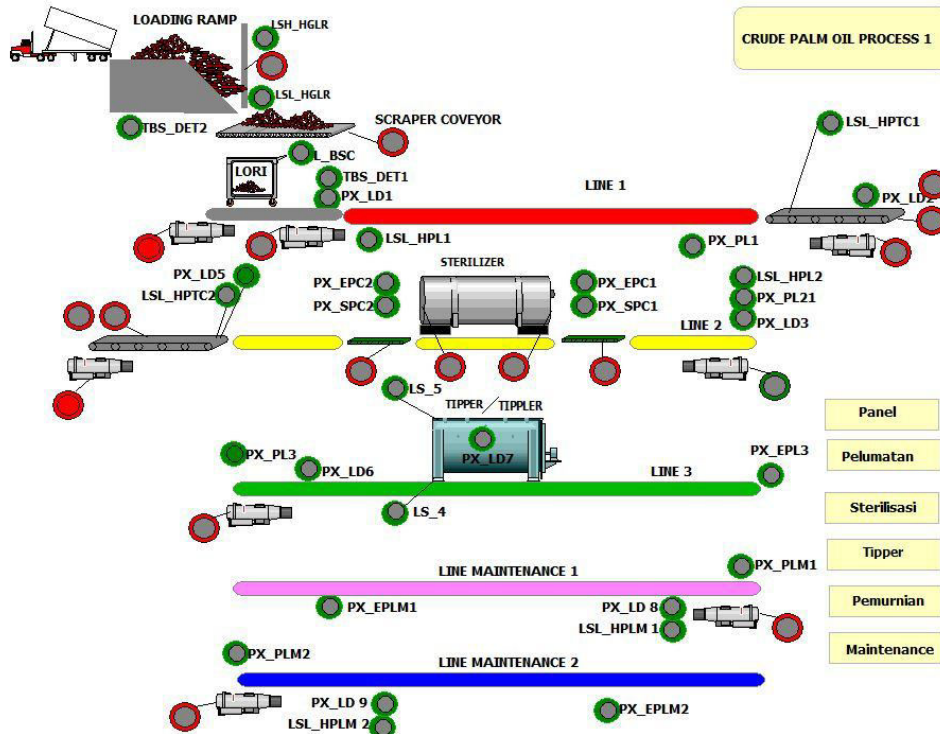
BAGIAN 37



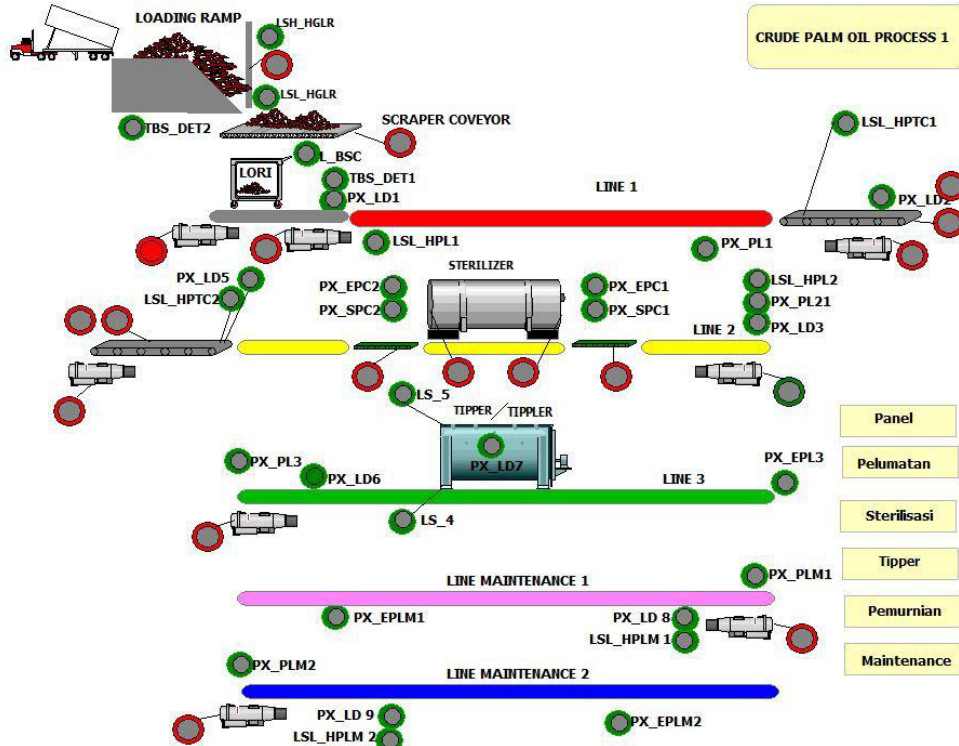
BAGIAN 38



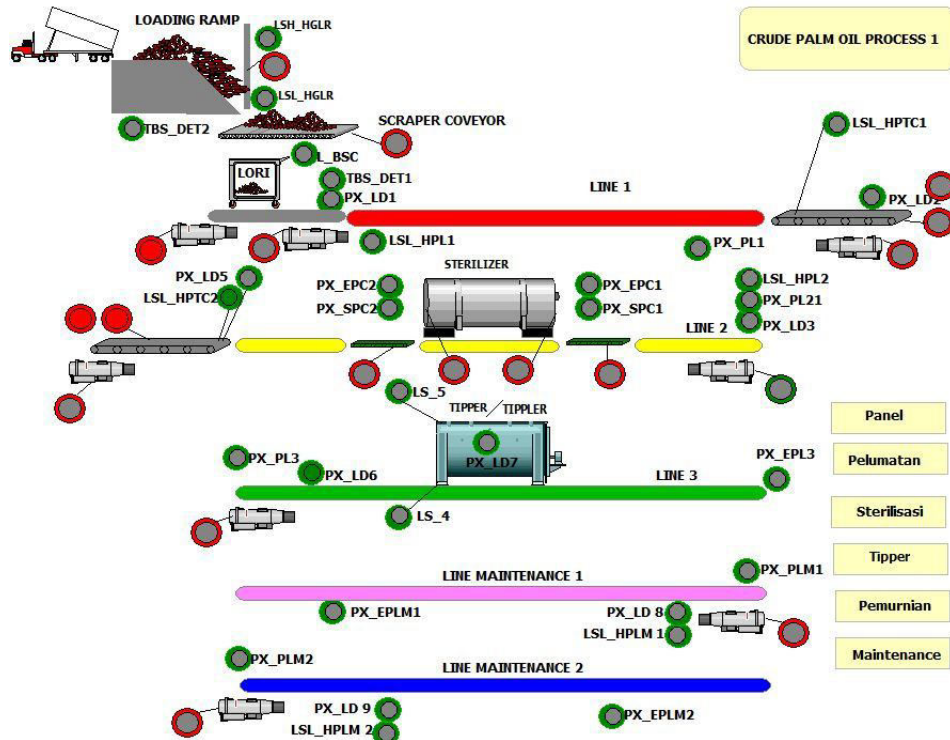
BAGIAN 39



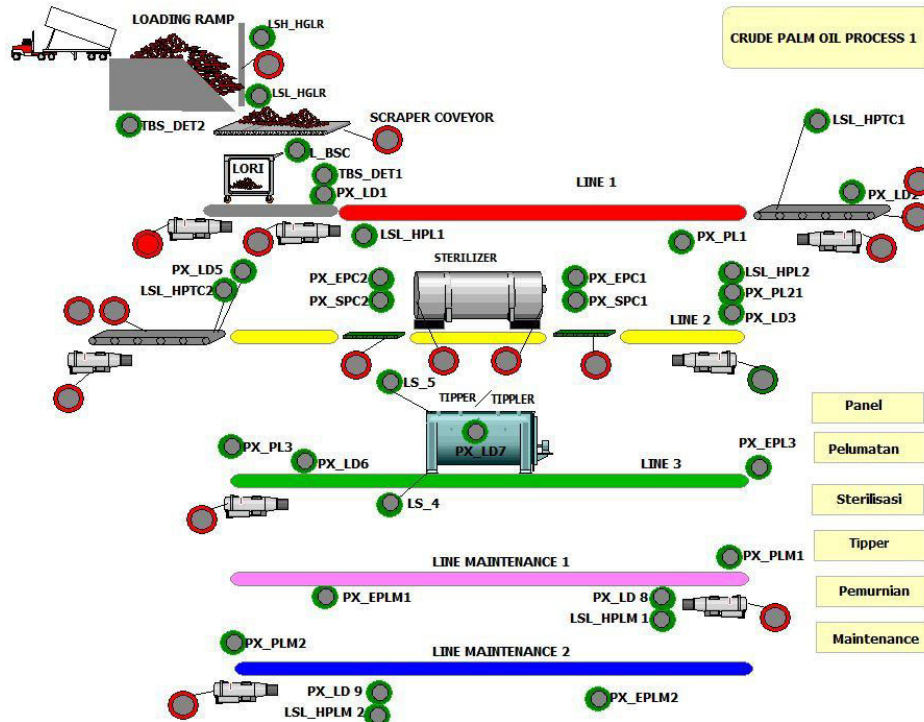
BAGIAN 40



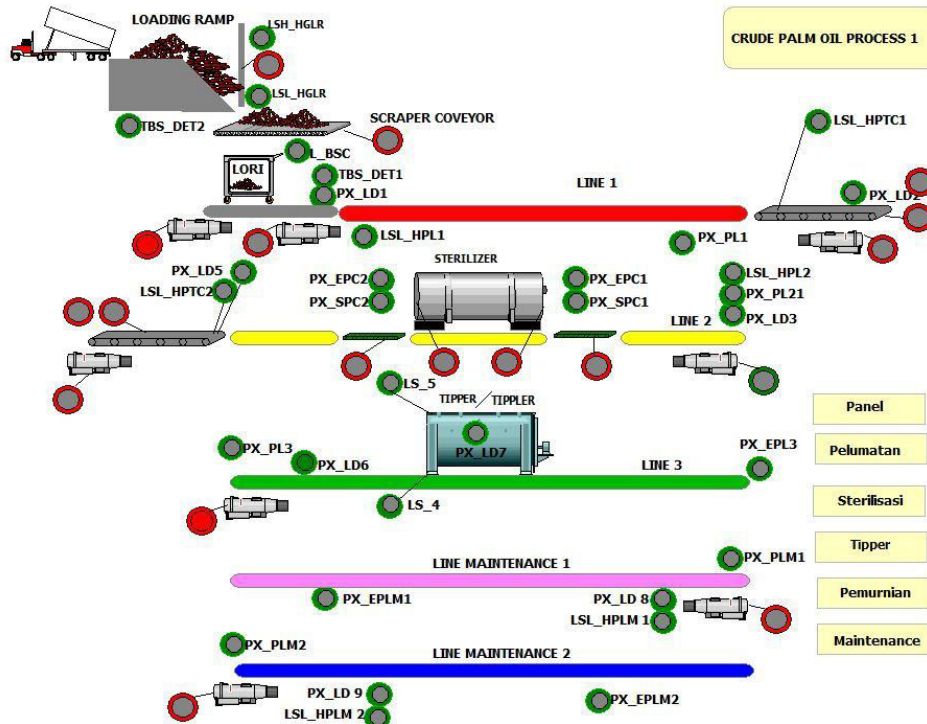
BAGIAN 41



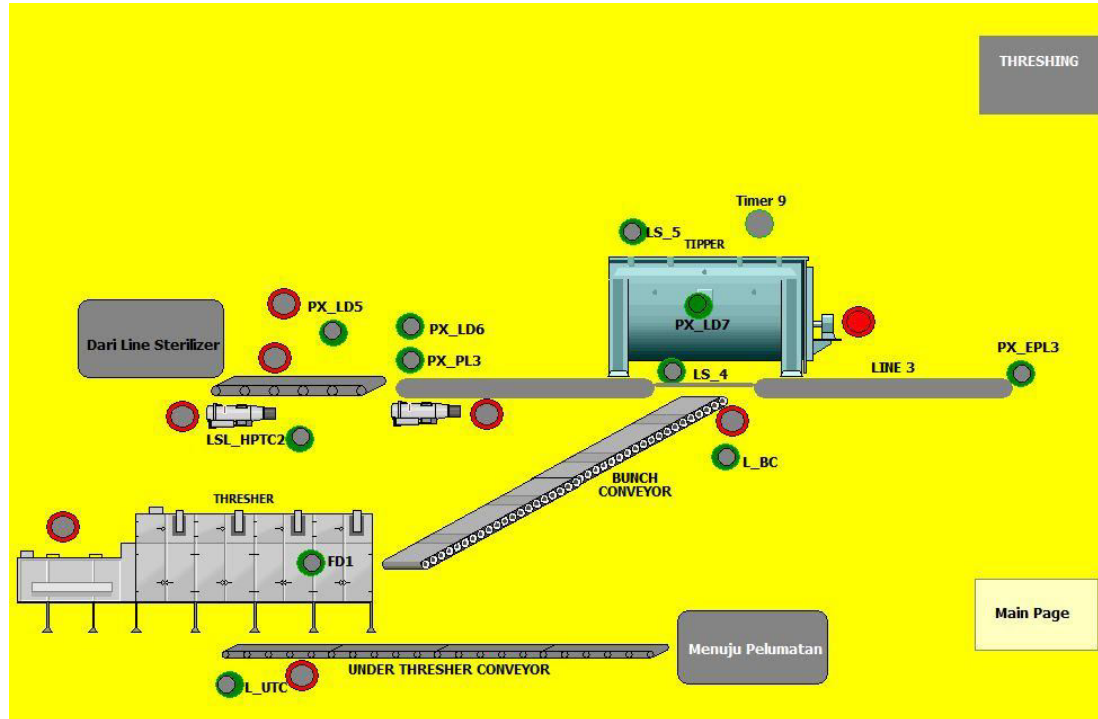
BAGIAN 42



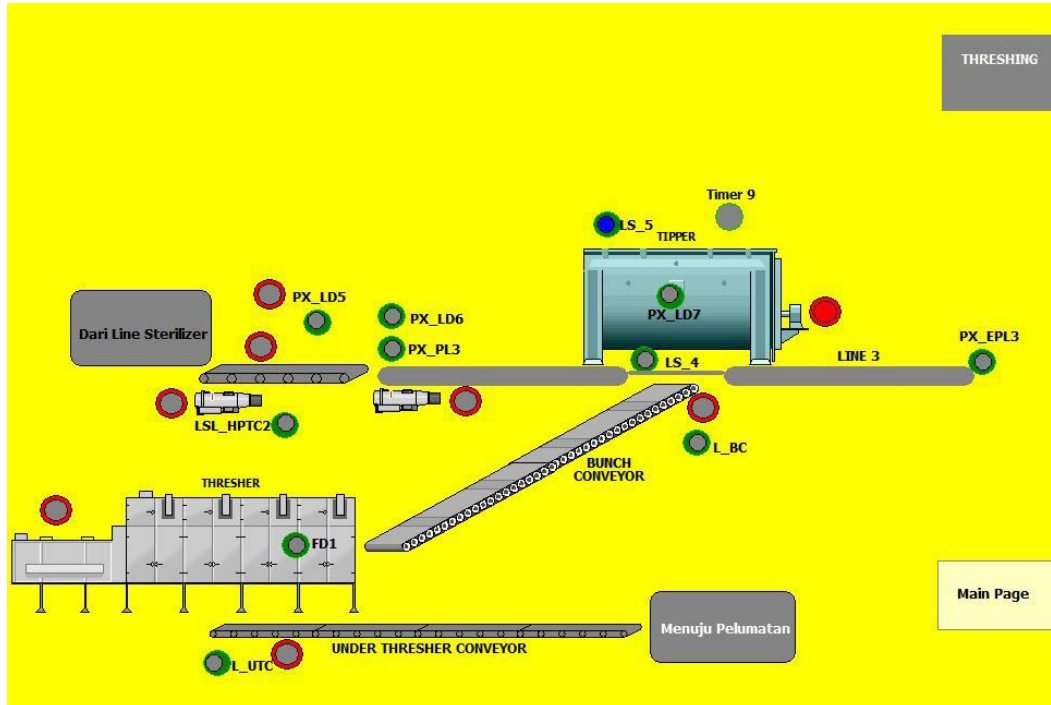
BAGIAN 43



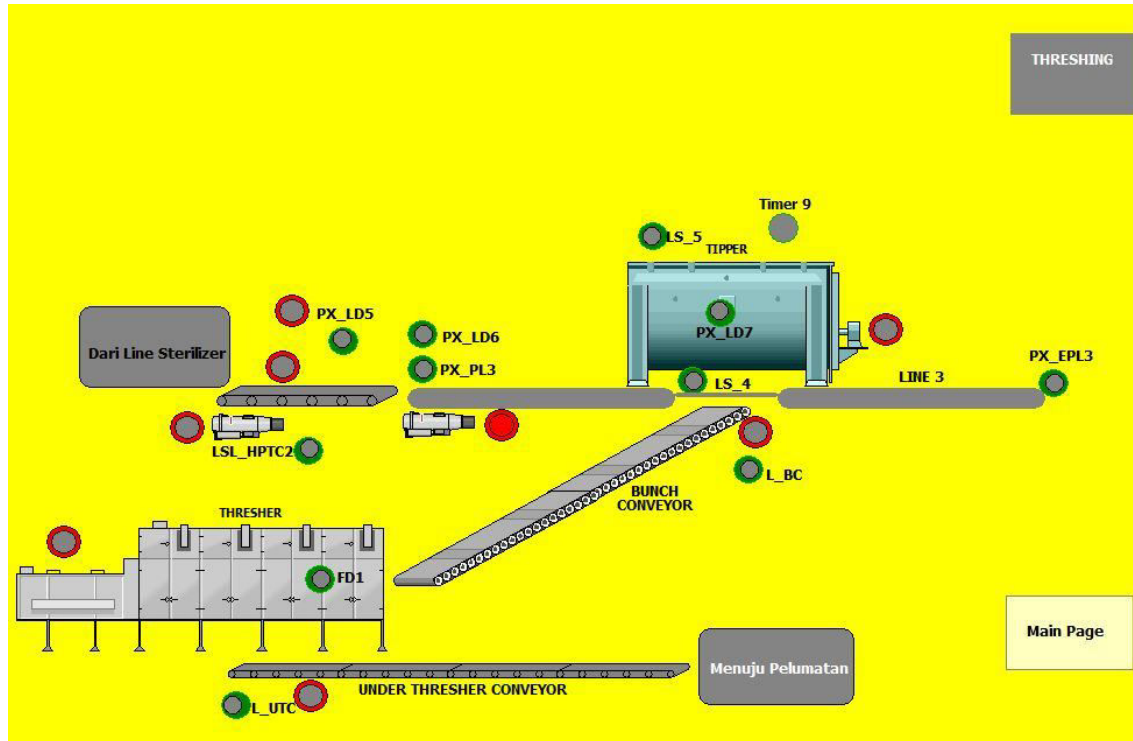
BAGIAN 44



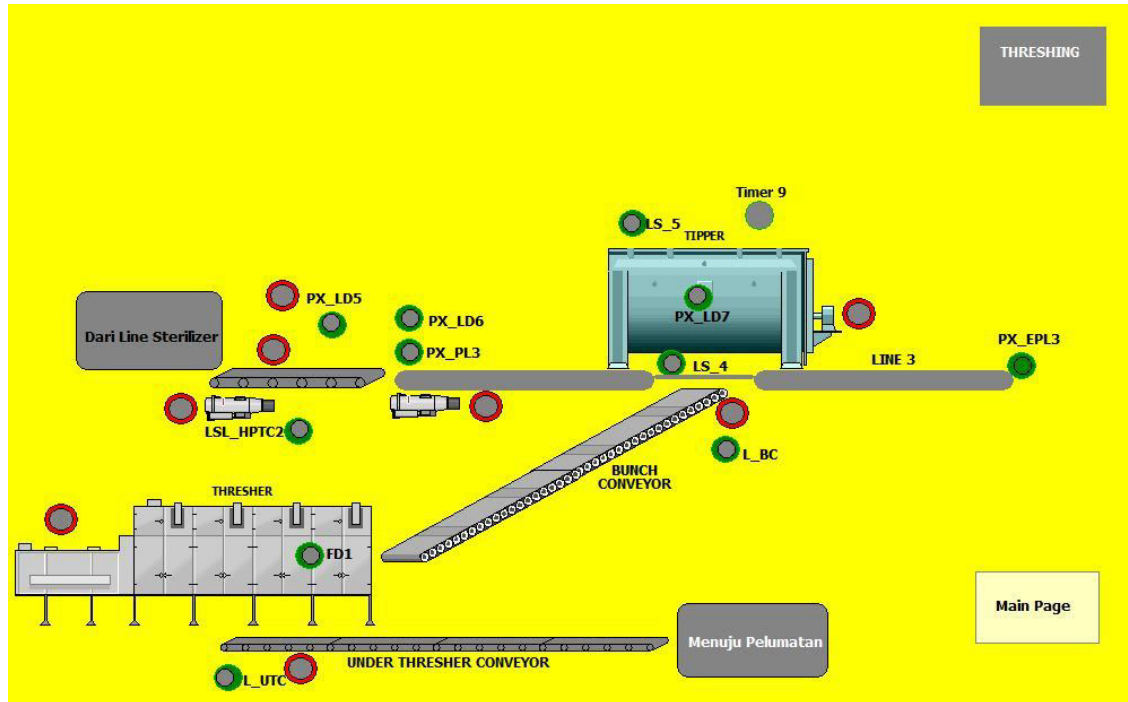
BAGIAN 45



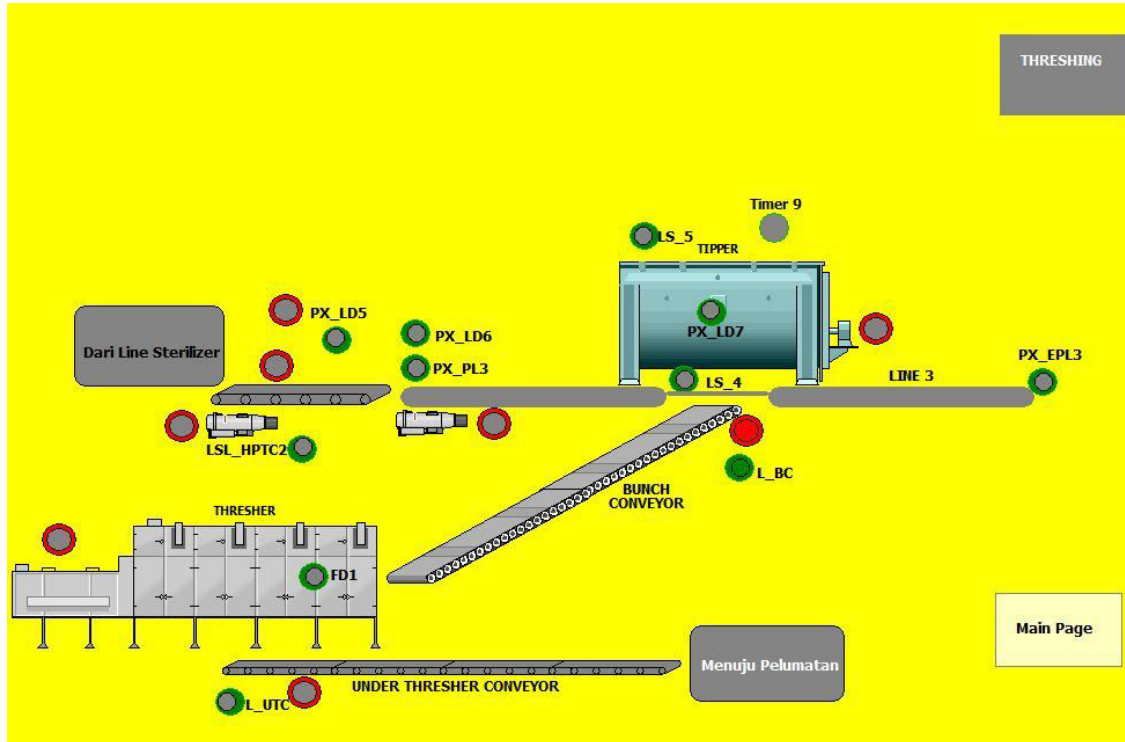
BAGIAN 47



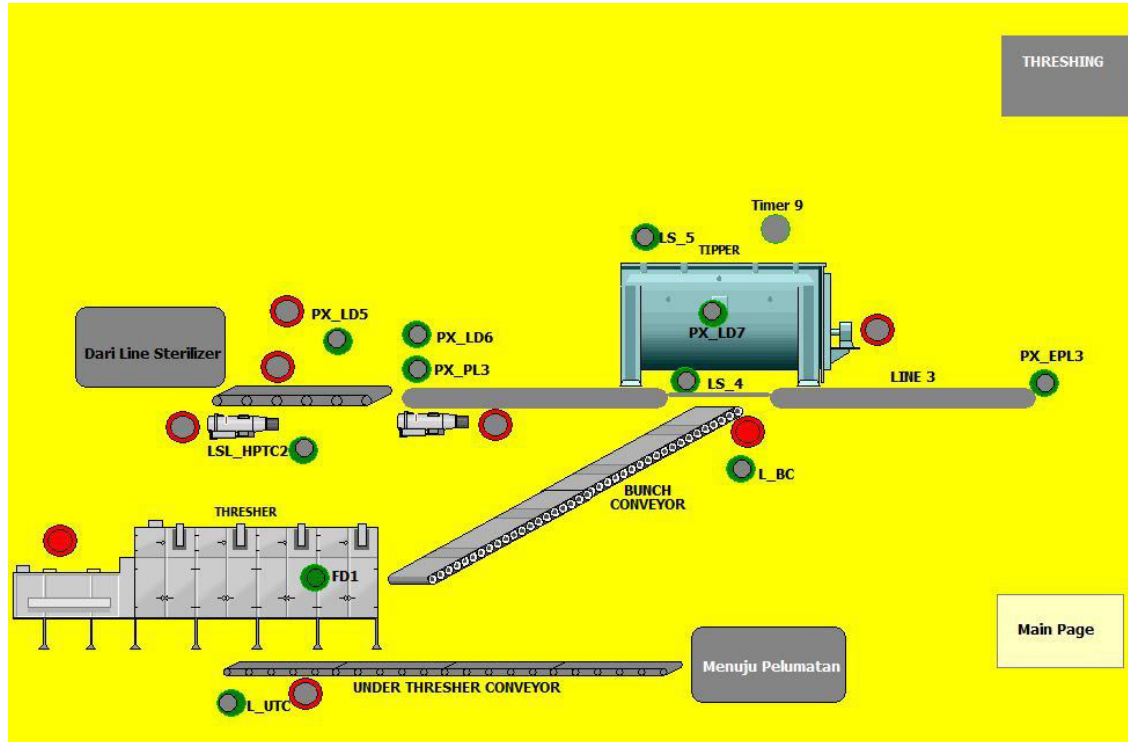
BAGIAN 48



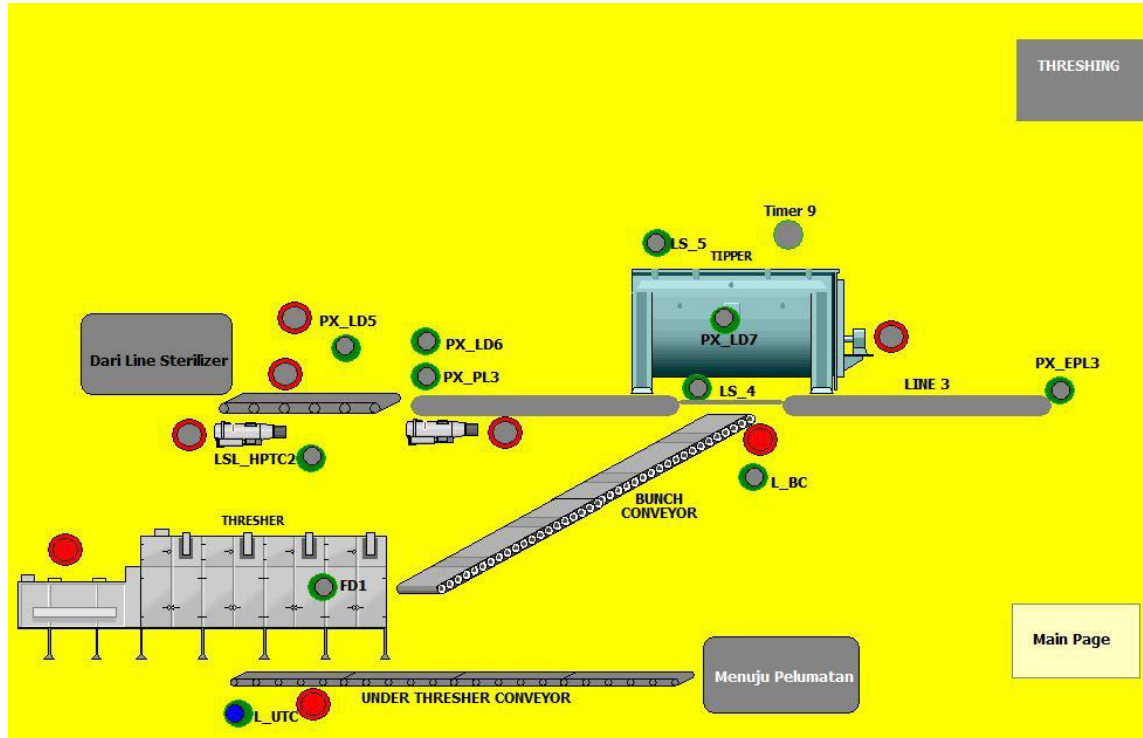
BAGIAN 49



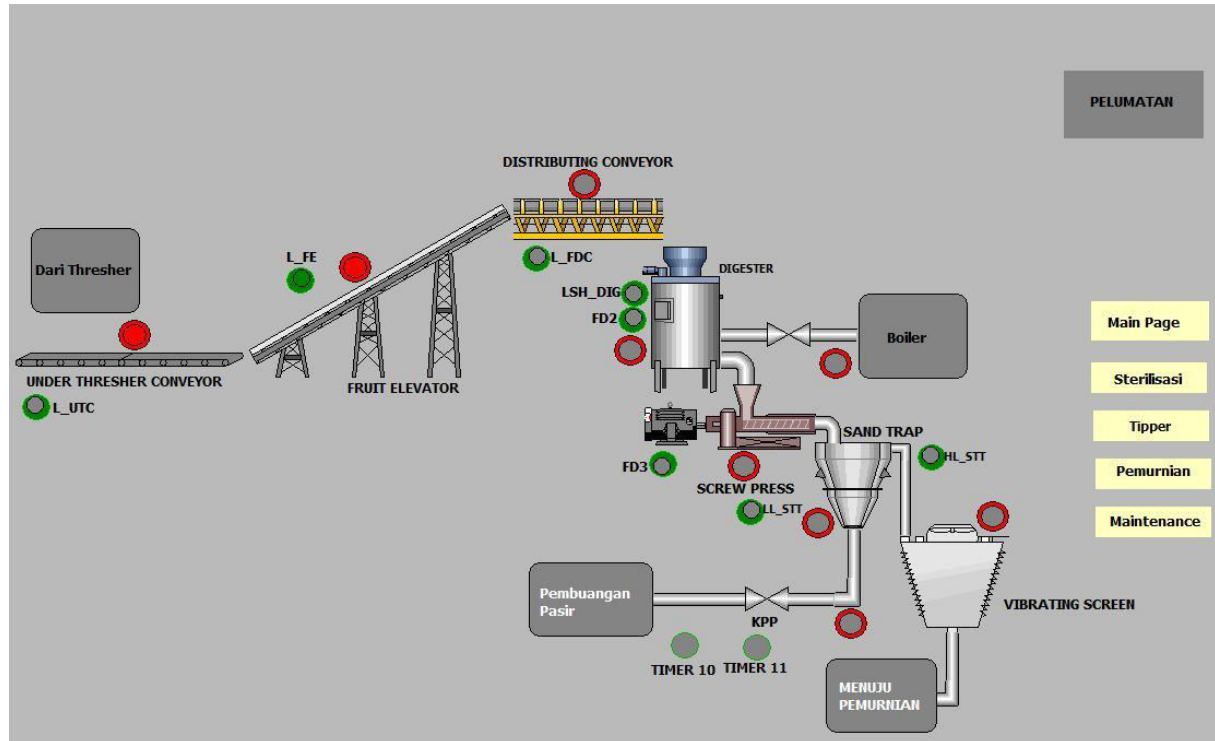
BAGIAN 50



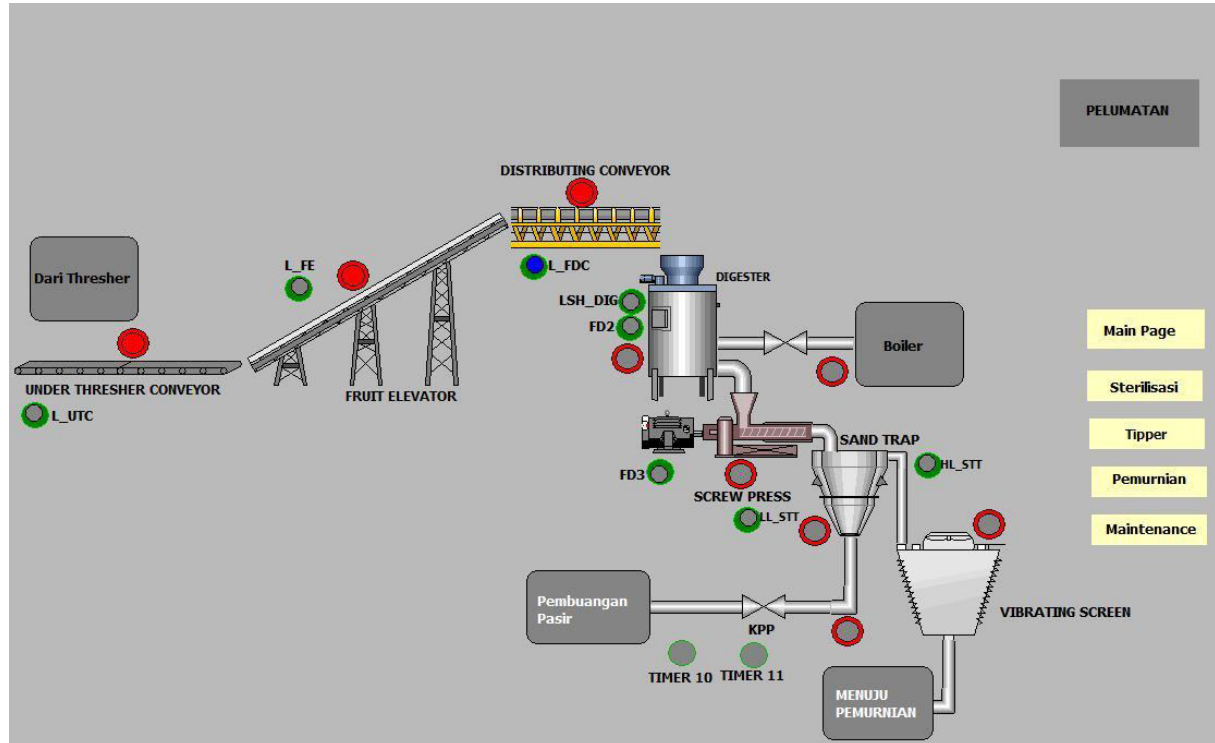
BAGIAN 51



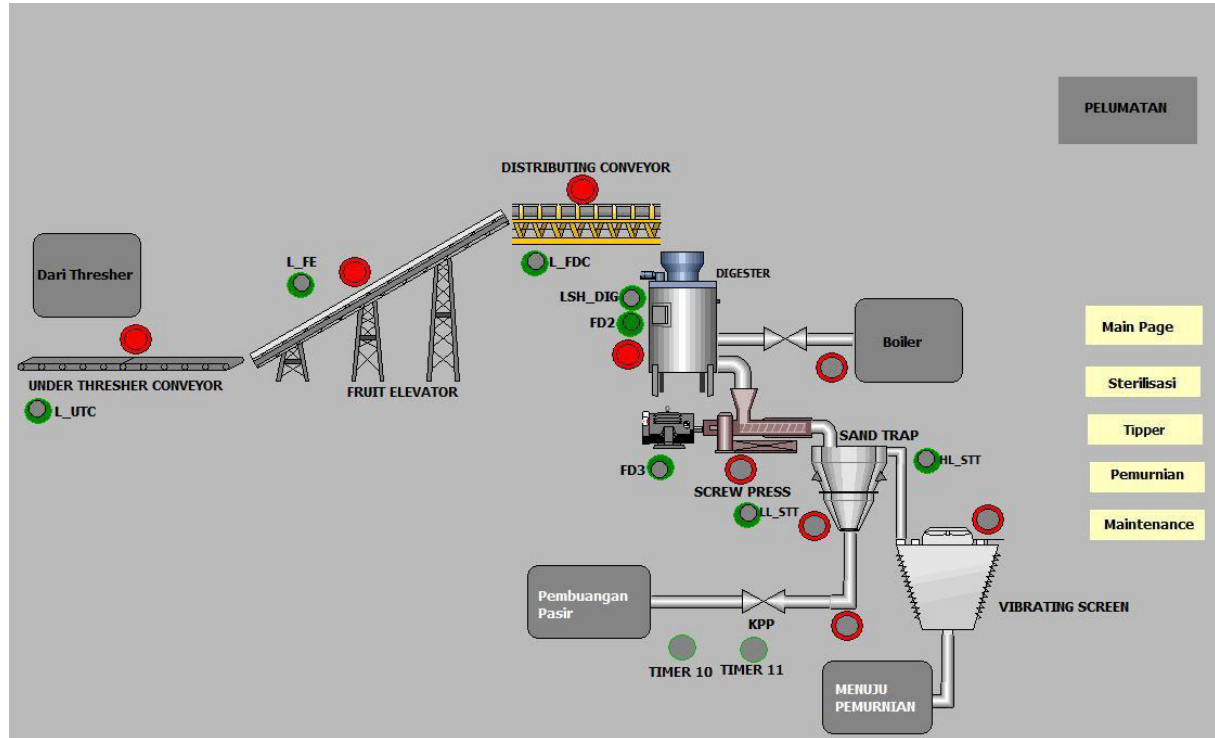
BAGIAN 52



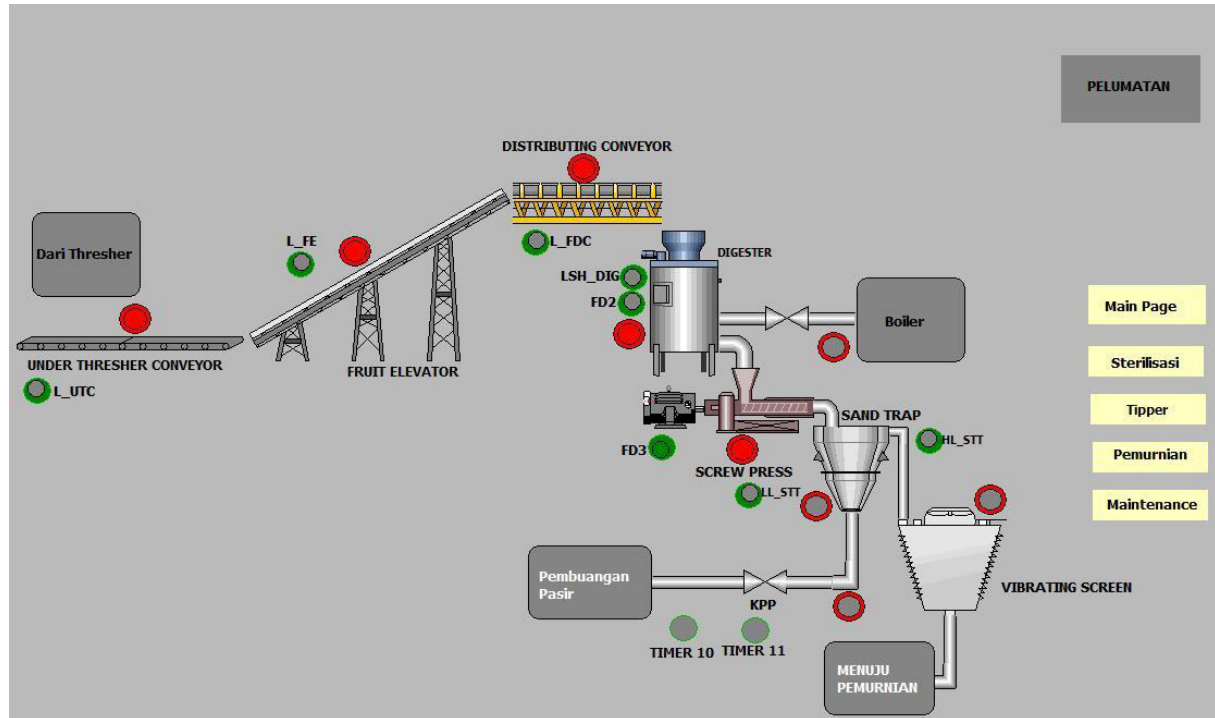
BAGIAN 53



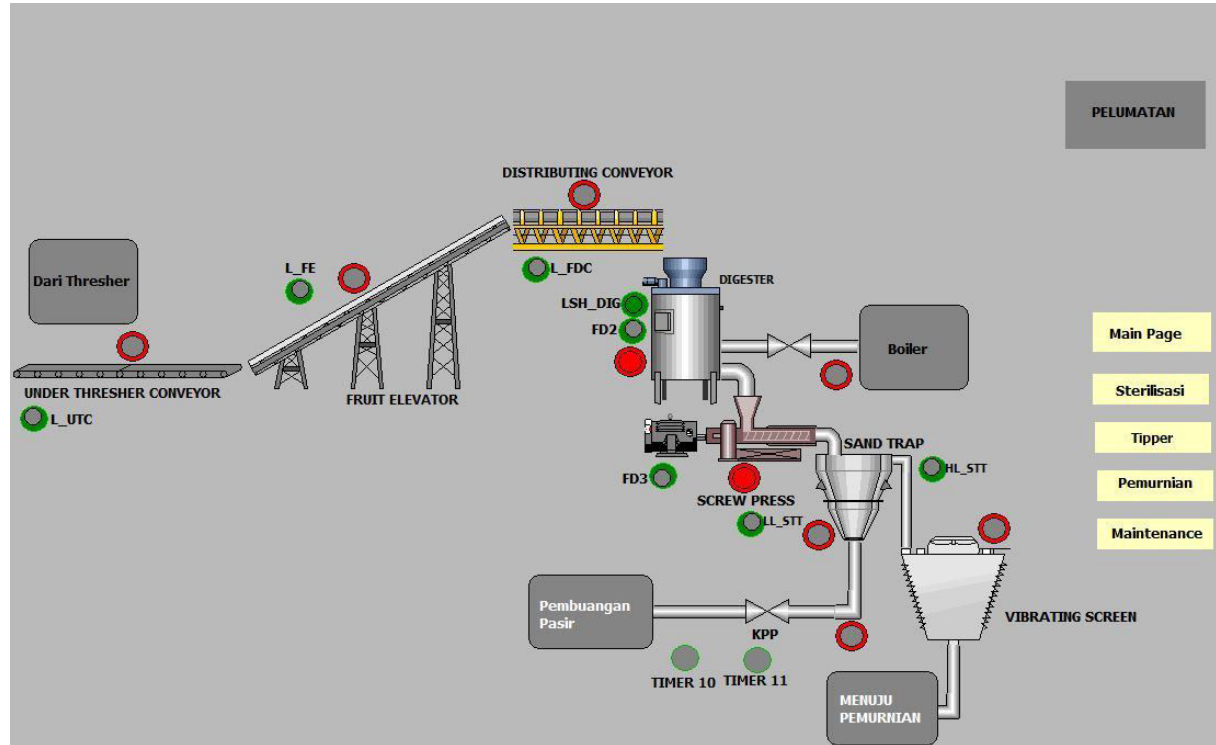
BAGIAN 54



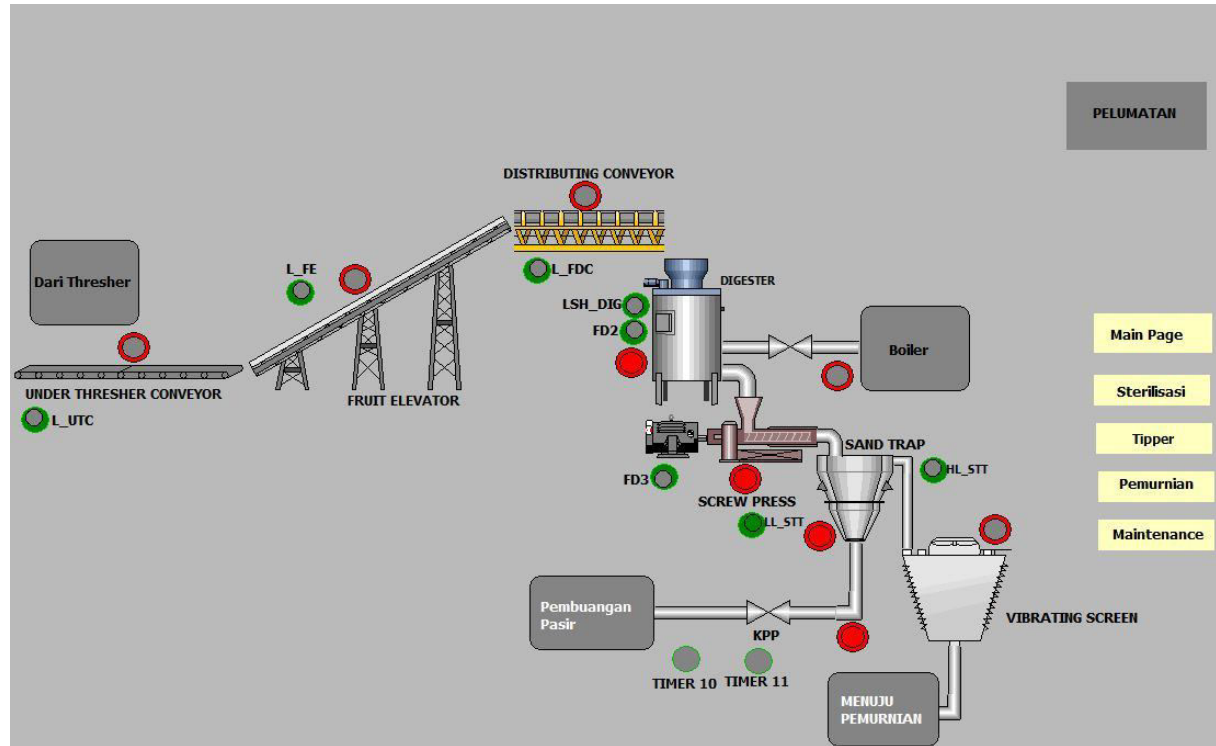
BAGIAN 55



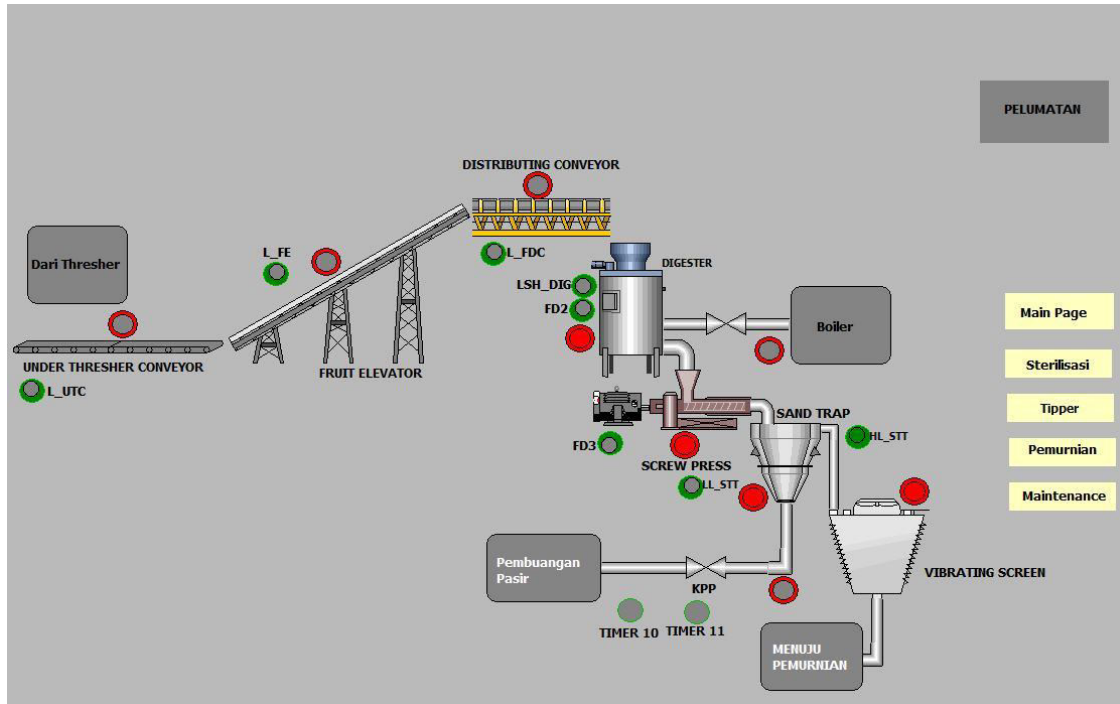
BAGIAN 56



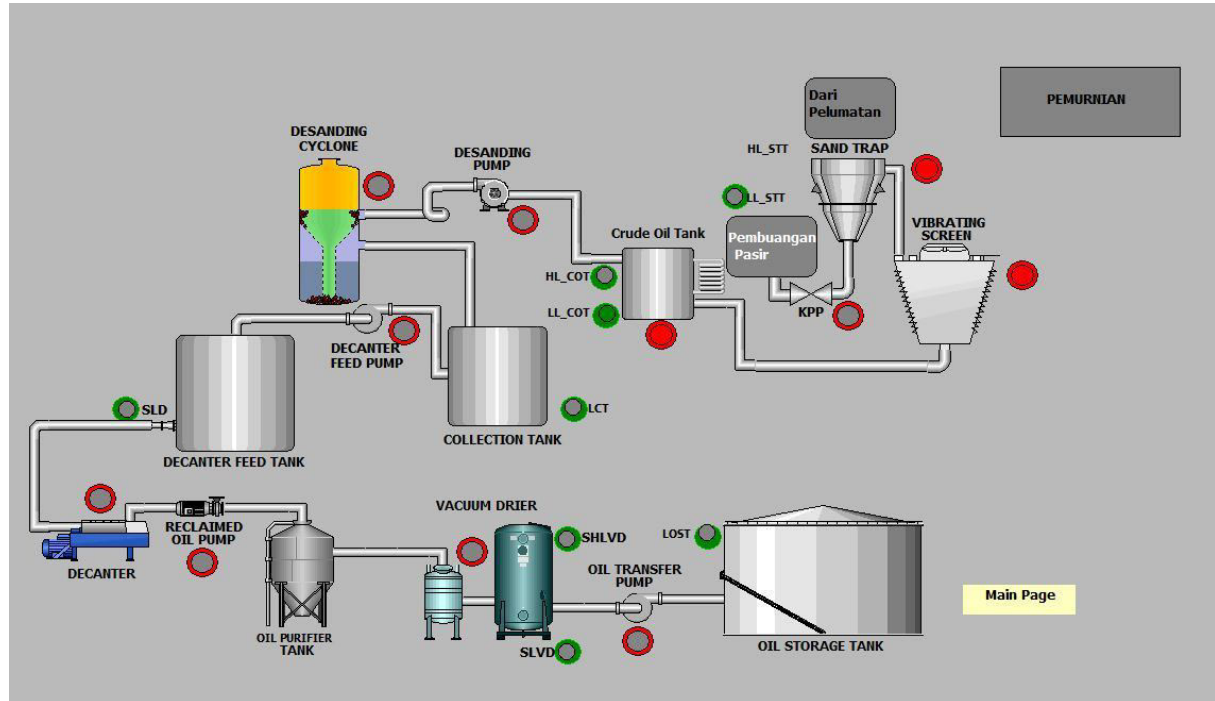
BAGIAN 57



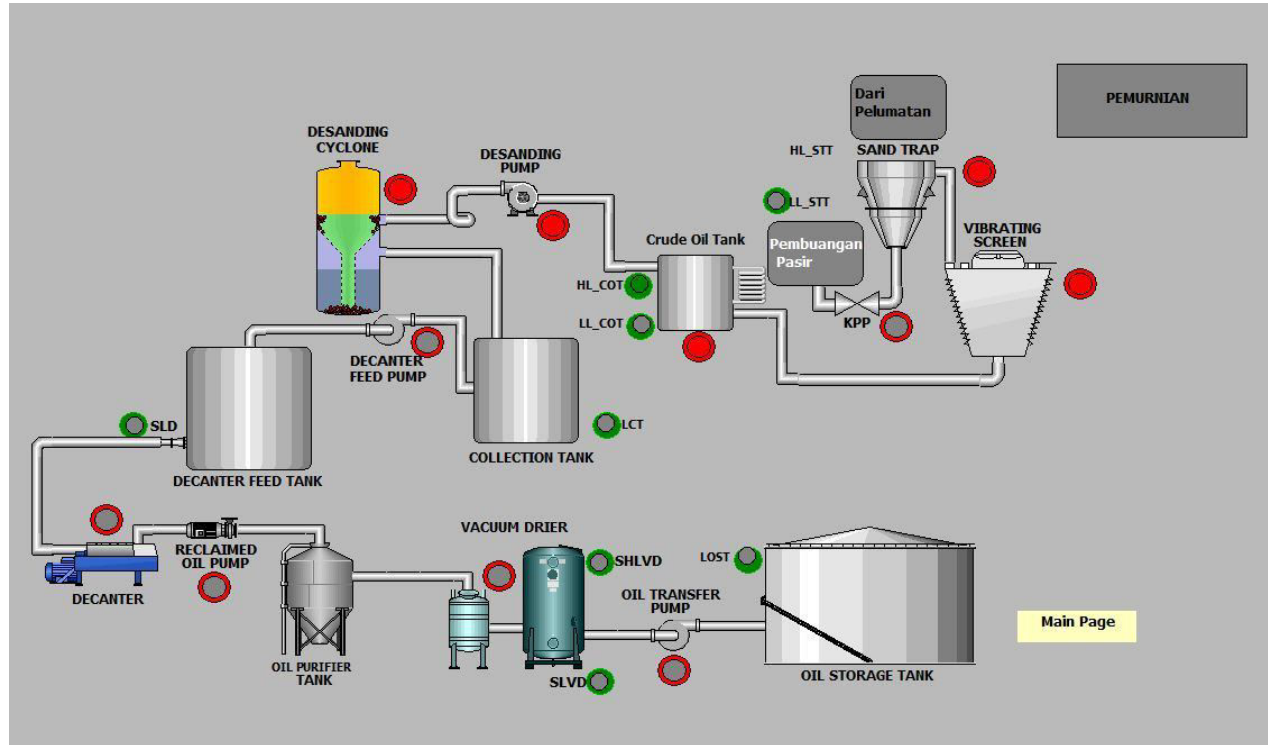
BAGIAN 60



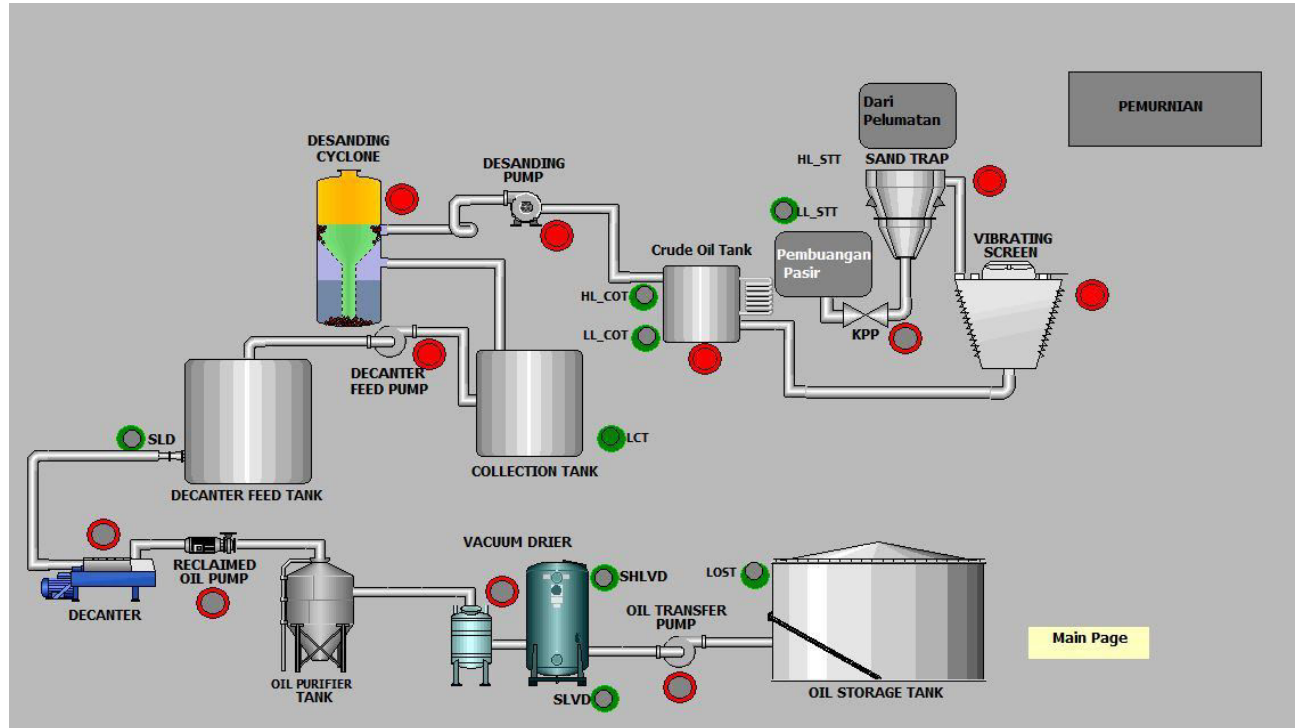
BAGIAN 61



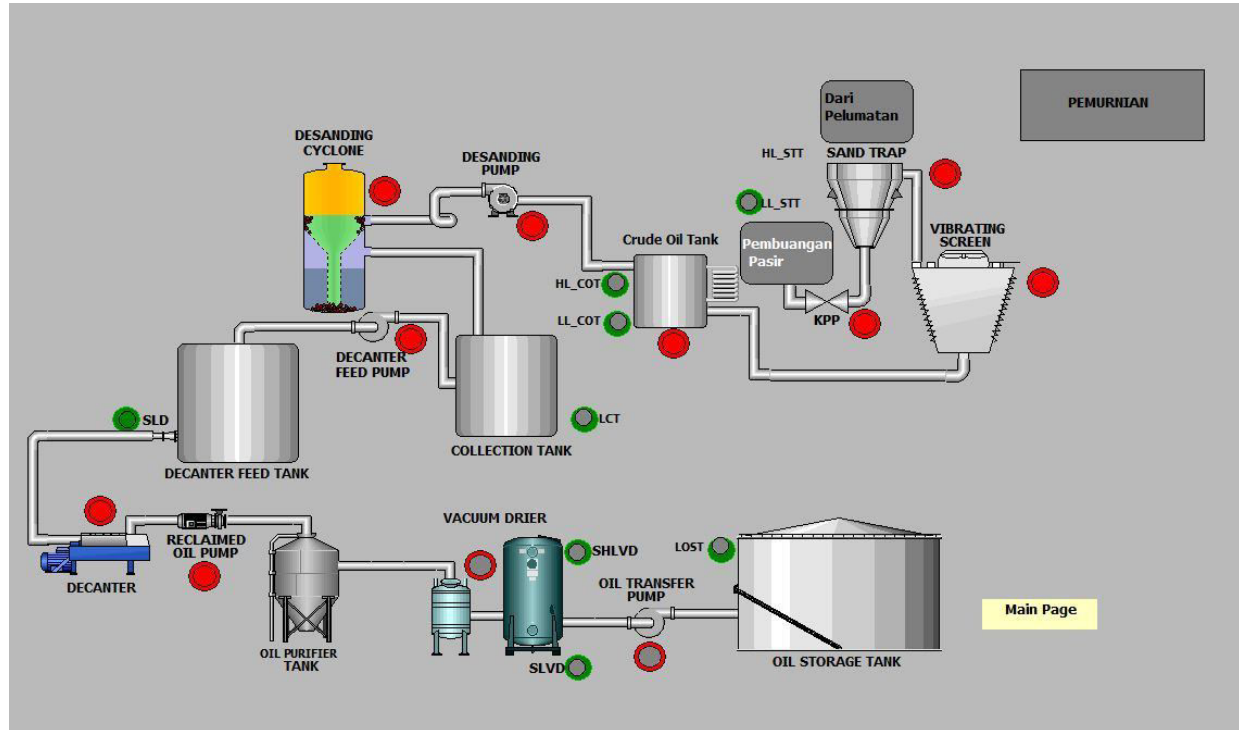
BAGIAN 62



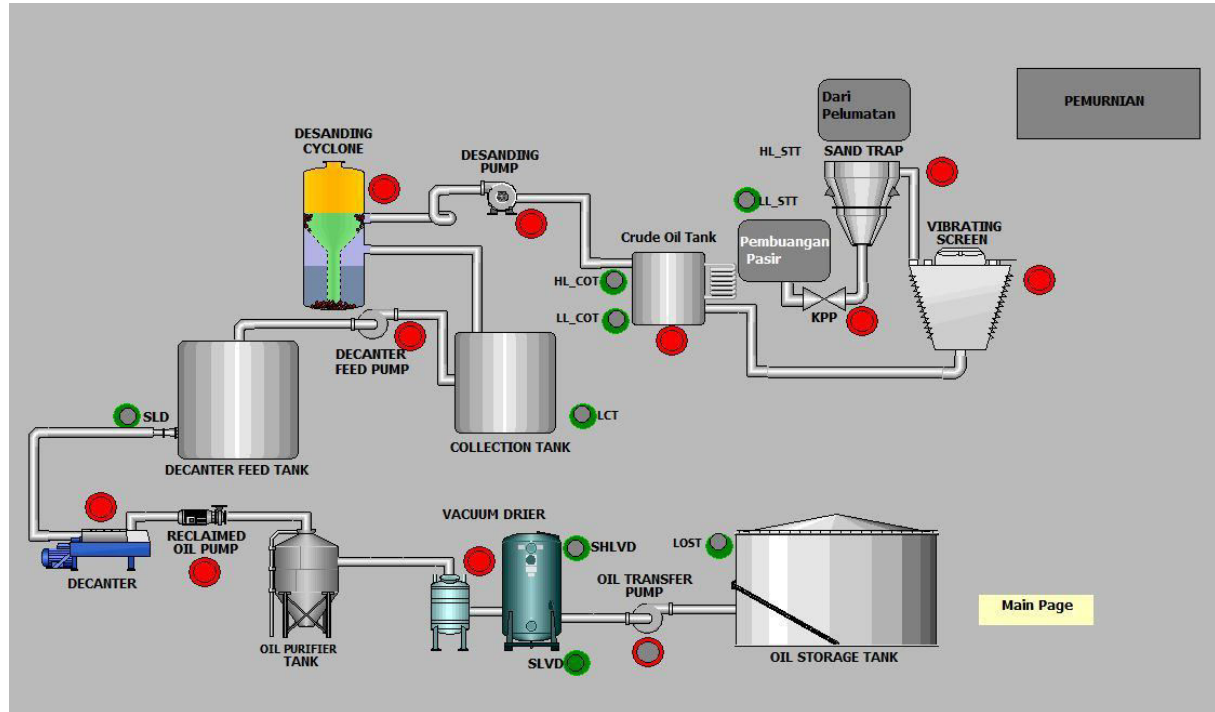
BAGIAN 63



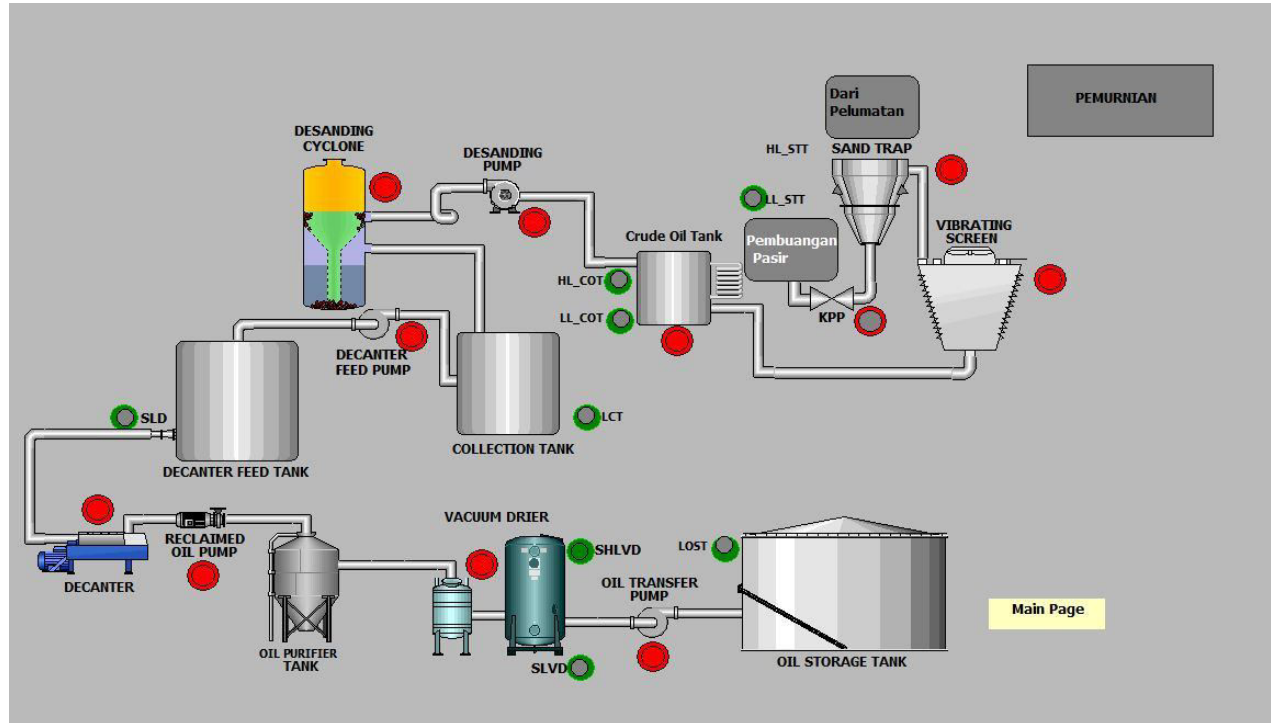
BAGIAN 64



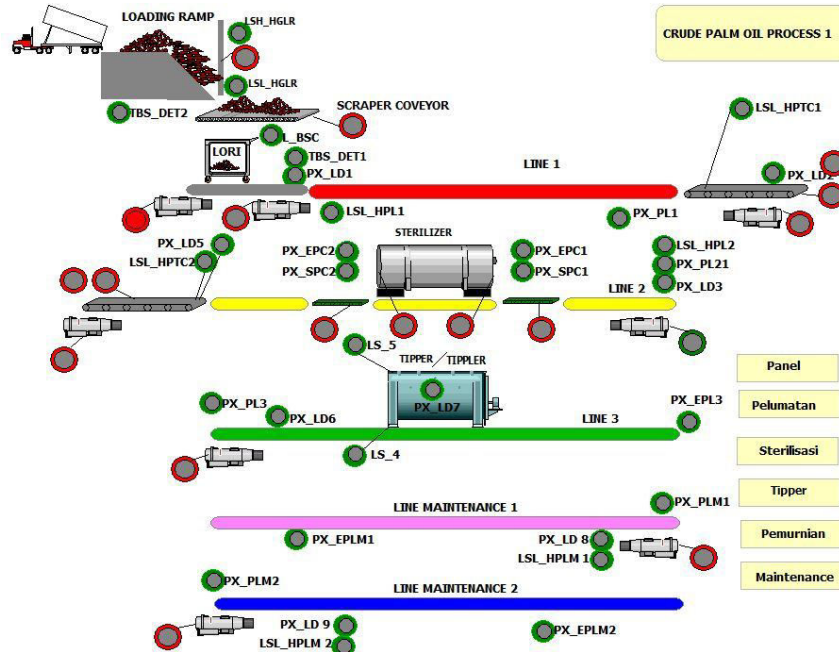
BAGIAN 65



BAGIAN 66



BAGIAN 67



RIWAYAT HIDUP



Lahir di Jakarta pada tanggal 3 Maret 1995. Putra pertama dari pasangan ayahanda Makhsyi Baasalem dan ibunda Fernawati Abidin. Merupakan seorang kakak dari Indy Mutiara Rasay Deci. Setelah menempuh p*endidikan* formal di SDN Padurenan 6 Bekasi Timur pada tahun 2000 - 2006, SMP 26 Bekasi Timur pada tahun 2006 - 2009 dan SMA Negeri 5 Tambun Selatan pada tahun 2009 - 2012, p*endidikan* Diploma 3 jurusan Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2012 - 2015. Kemudian melanjutkan kuliah Lintas Jalur Sarjana di Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya dengan mengambil Jurusan Teknik Elektro, Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan.